



European Commission



Bénin



Burkina Faso



Niger



« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

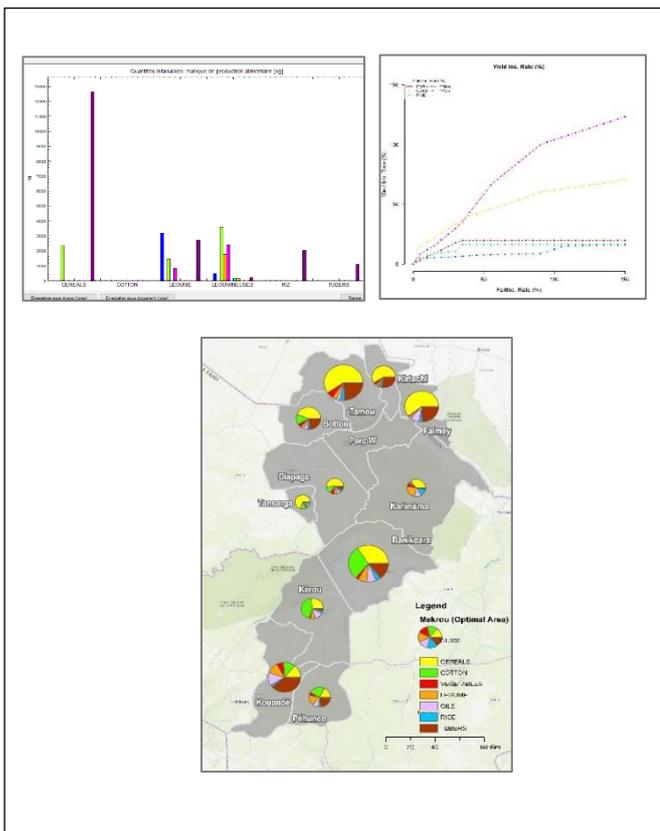
E-WATER module

Identification de solution optimales et appui à la décision pour la sécurité alimentaire

Avec la méthode d'optimisation multi-objectifs

Théorie et Pratique

La Composante Scientifique du Projet Mékrou



2017

This publication is a Technical report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policymaking process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use that might be made of this publication.

Contact information

Name: César Carmona Moreno
Address: vie E. Fermi, 2749
Email: cesar.carmona-moreno@ec.europa.eu
Tel.: +39 0332 78 9654

JRC Science Hub

<https://ec.europa.eu/jrc>

JRC110198

Ispra: European Commission, 2017
© European Union, 2017

Reuse is authorised provided the source is acknowledged. The reuse policy of European Commission documents is regulated by Decision 2011/833/EU (OJ L 330, 14.12.2011, p. 39).

How to cite: M.Pastori, A.Udias Moinelo, L.Cattaneo, C.Dondeynaz, C.Carmona-Moreno: E-WATER module, Identification de solution optimales et appui à la décision pour la sécurité alimentaire, Projet Mékrou, Commission Européenne, 2017.

For any use or reproduction of photos or other material that is not under the EU copyright, permission must be sought directly from the copyright holders.

All images © European Union 2017, except: pictures and graphics where source is cited.

Remerciements

Le software E-Water a été développé et est un livrable du projet Mekrou " **Water for growth and poverty reduction in the Mekrou transboundary river basin (Burkina Faso, Benin and Niger)**" **project (2014-2017)**, financé par la Commission Européenne. Celui permet, à travers d'une interface, de faire des simulations, des scénarios multi-sectorels (agriculture, accès et usages de l'eau, développement économique...) sur le bassin de la Mékrou grâce à des modèles hydrologiques et agricoles et des analyses de la variabilité climatique. L'optimisation multi-objectives incluse dans ce module E-WATER permet d'identifier des stratégies possibles en optimisant plusieurs objectifs de développement définis par les décideurs politiques, étant, par la même, un appui à la décision.

Auteurs

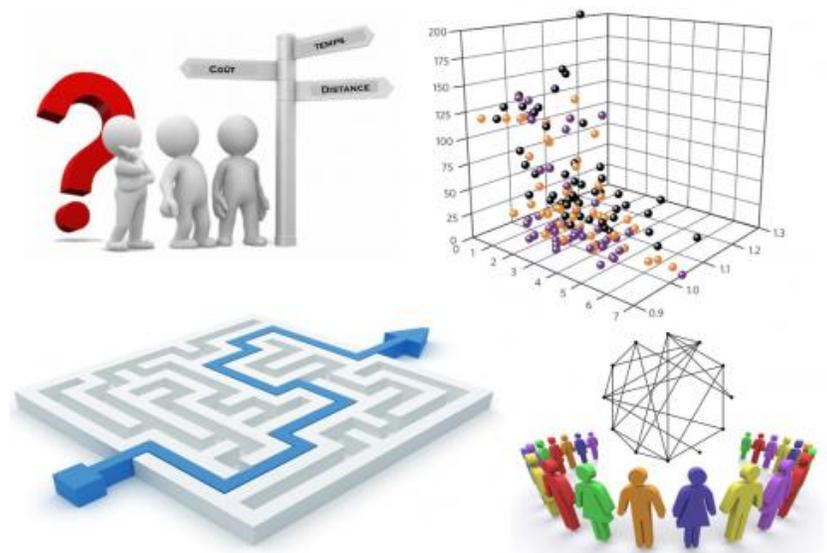
Marco PASTORI (CCR-Italie), Angel UDIAS-MOINELO (CCR-Italie), Luigi CATTANEO (CCR-Italie), Céline DONDEYNAZ (CCR-Italie, César CARMONA-MORENO (CCR-Italie).

Ce manuel d'utilisation de E -Water a également bénéficié des contributions des partenaires scientifiques et techniques du Bénin, du Burkina Faso et du Niger durant les 4 ateliers scientifiques qui ont eu lieu en 2017.

Modélisation pour l'identification d'une solution optimale

Avec la méthode Optimisation Multi objectives

ONGLET Opti.Agri



Marco Pastori, Angel Udias Moinelo, Luigi Cattaneo, Céline Dondeynaz, César Carmona-Moreno

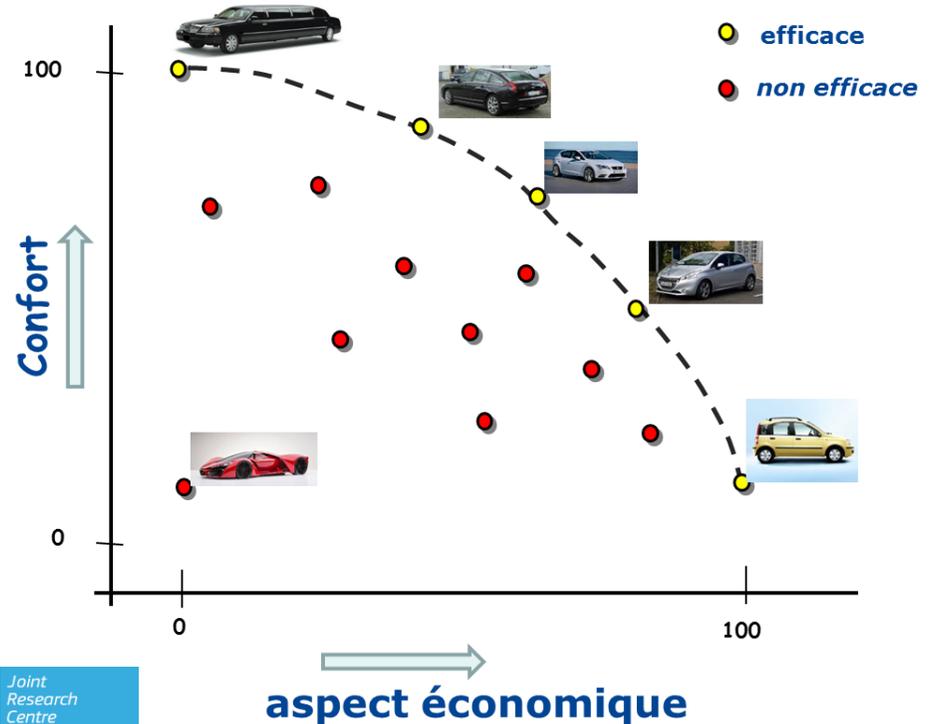
Introduction

- ❑ **La problématique:** identification des solutions optimales en considérant des aspects spécifiques (**objectifs**) et des conditions (**contraintes**)
- ❑ La plupart des problèmes de la vie réelle (surtout dans les sciences naturelles) n'ont pas qu'un seul objectif mais plusieurs à satisfaire simultanément. Dans certain cas , il est difficile de quantifier des objectifs et de les comparer.
- ❑ Les décideurs politiques doivent identifier les solutions optimales et trouver des compromis à des problèmes complexes.
- ❑ Dans ce contexte des techniques d'optimisation simple et multi-objectifs apparaissent comme des méthodes utiles pour identifier des solutions

Introduction

- Par exemple lors de l'achat d'une voiture, l'acheteur doit choisir en fonction du coût-performance = compromis entre le prix et le niveau de confort

choisir une voiture



- Il n'y pas une unique solution mais une série de solutions optimales alternatives

Introduction

La question est aussi de savoir "qu'est ce qu'une solution optimale" ?

→ Techniques d'optimisation

- ❑ L'objectif est de **maximiser ou de minimiser une fonction** (ex: maximiser le profit économique ou minimaliser les impacts environnementaux), selon une série de contraintes.
- ❑ Le but global de l'optimisation est de trouver les meilleurs éléments x^* d'une serie X selon des critères $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$
- ❑ Ces critères sont exprimés comme des fonctions mathématiques et donc appelées fonctions objectives
- ❑ Nous pouvons dire que le terme optimiser fait référence à la recherche de solutions produites par les fonctions objectives et acceptables par les décideurs politiques.

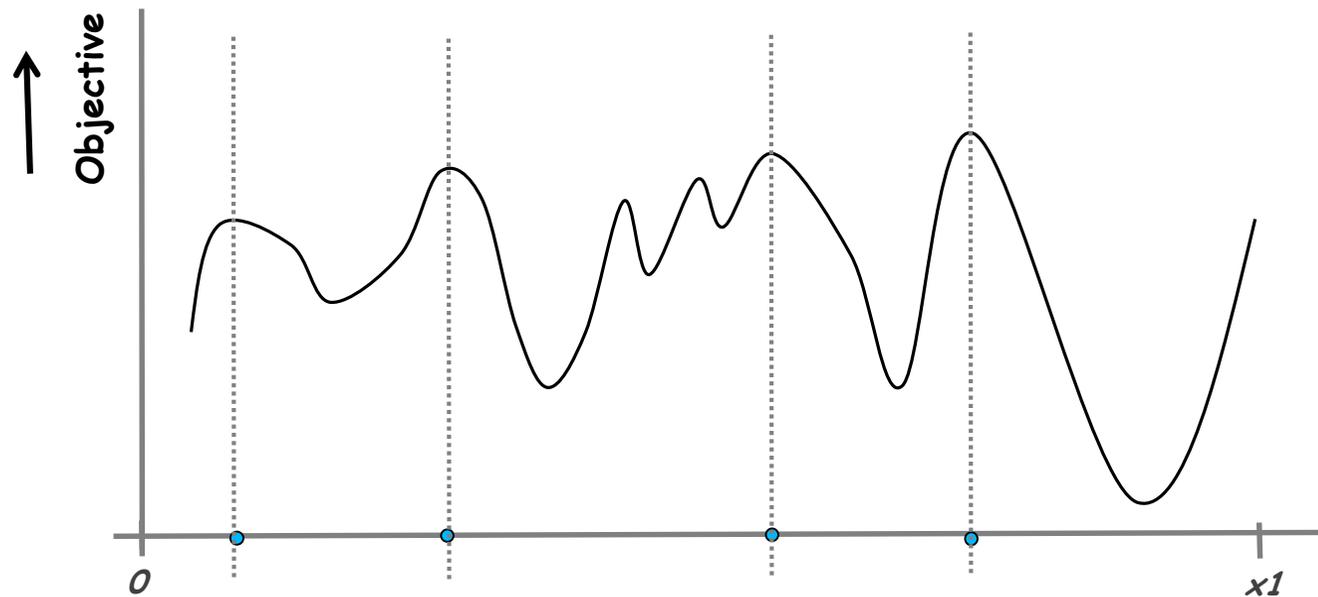
Introduction

Le modèle d'optimisation consiste en 3 séries d'éléments basiques

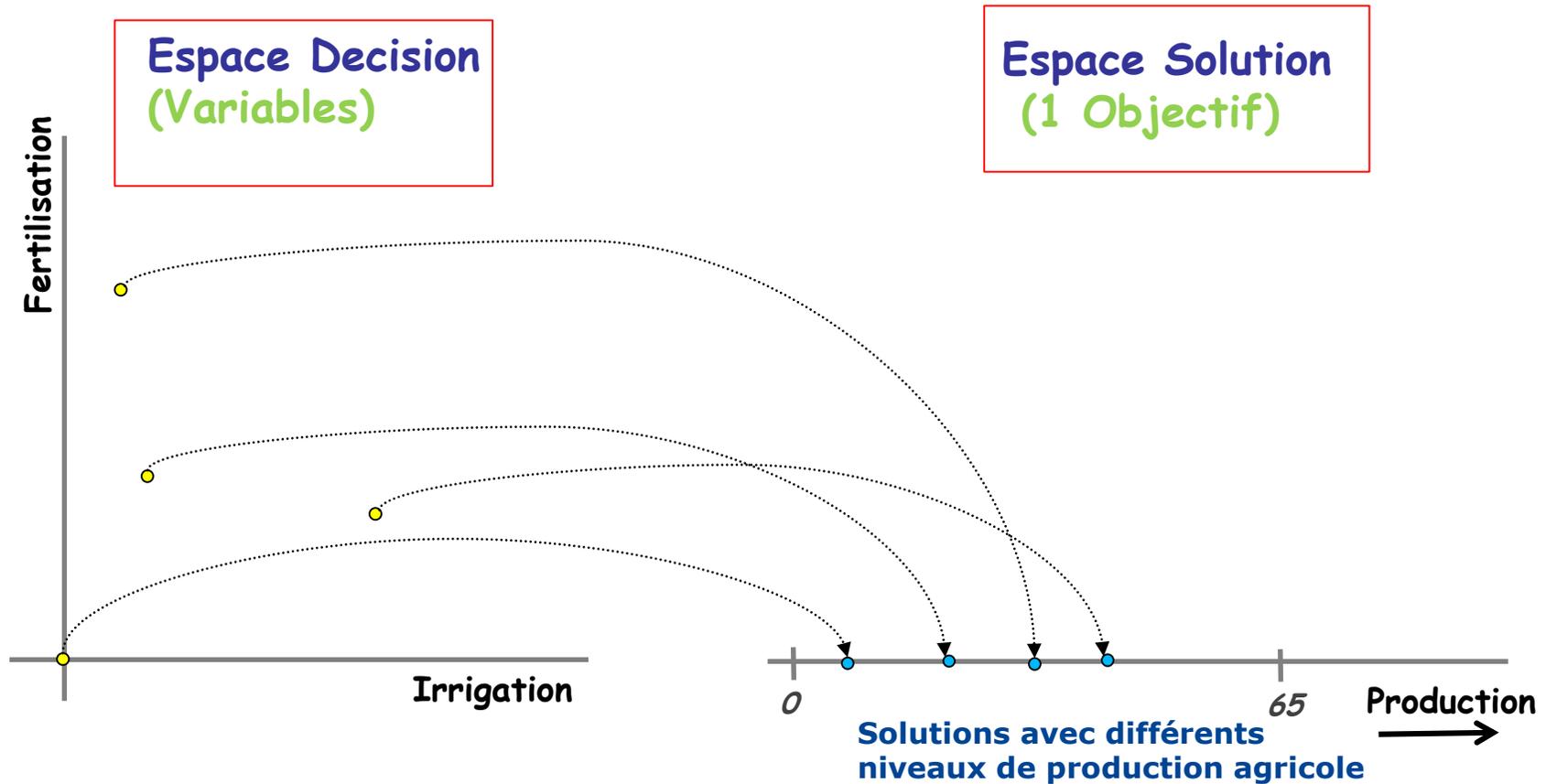
- ❑ Une fonction objective: elle définit la mesure de l'efficacité du système comme une fonction mathématique de variables de décision
- ❑ Variables et paramètres de décision: les variables de décision sont inconnues, ou à déterminer par le modèle. Les paramètres sont connus et relatives aux variables de décisions avec des contraintes et des fonctions objectives.
- ❑ Contraintes: pour prendre en compte le contexte technologique, économique ou autres..., le modèle peut inclure des contraintes, implicites ou explicites qui limitent l'intervalle de valeurs possibles des variables de décisions.

Optimisation Mono-Objectif

Un problème d'optimisation à plusieurs solutions dans une région faisable

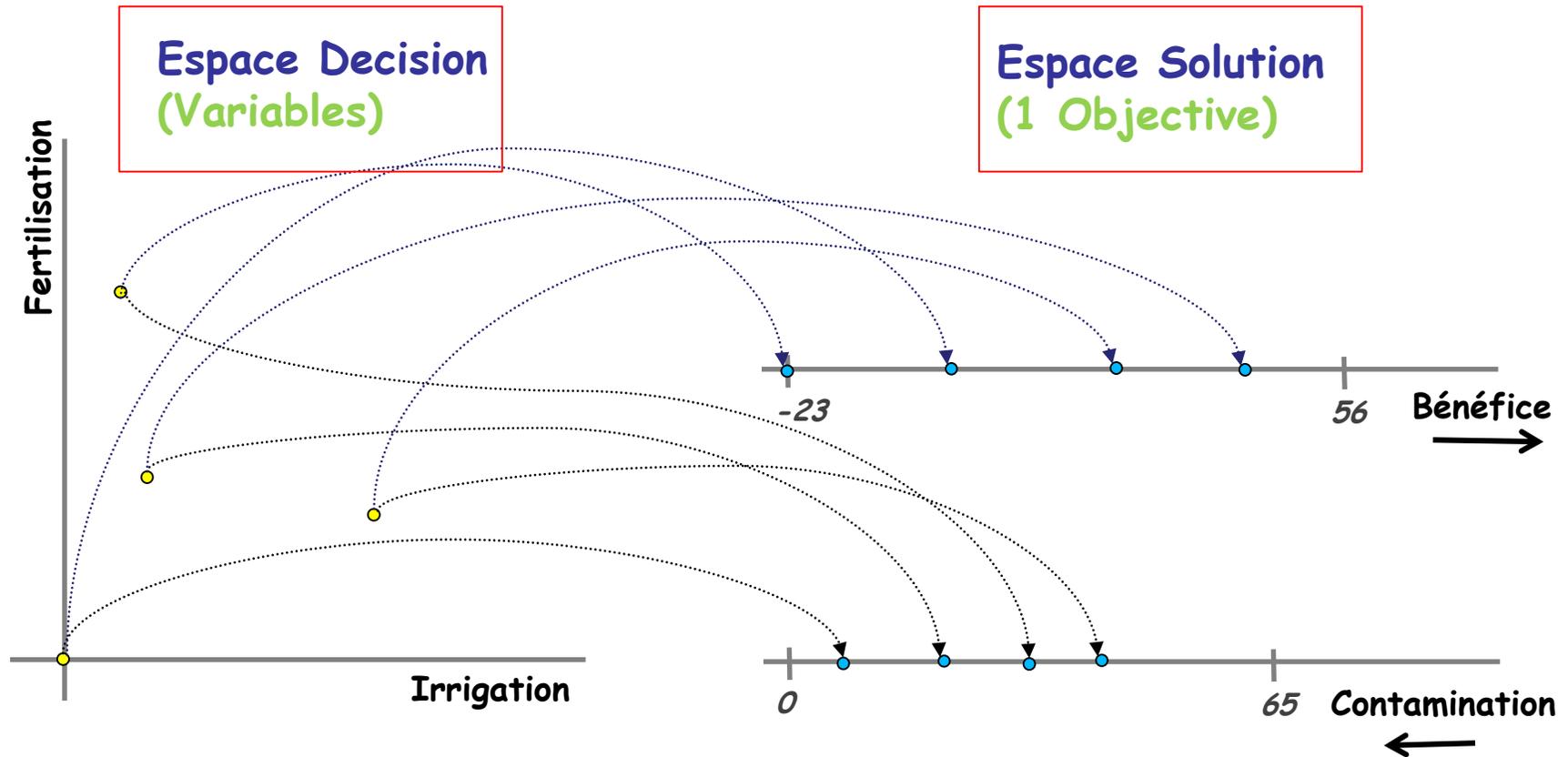


EXEMPLE Optimisation Mono-Objectif



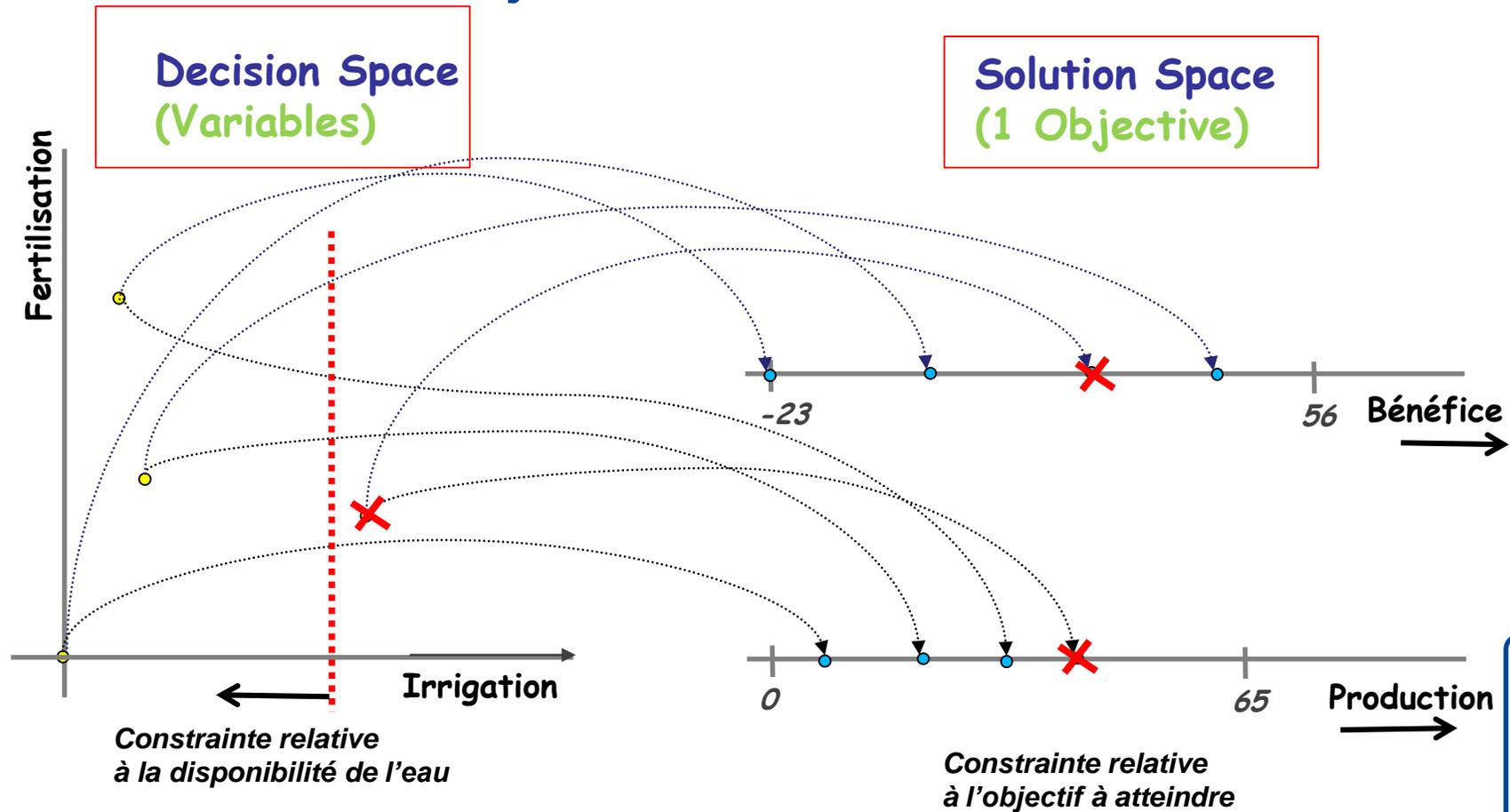
Chaque point (série de mesures) dans l'Espace de décision est un point de la stratégie de restauration

EXEMPLE Optimisation Mono-Objectif



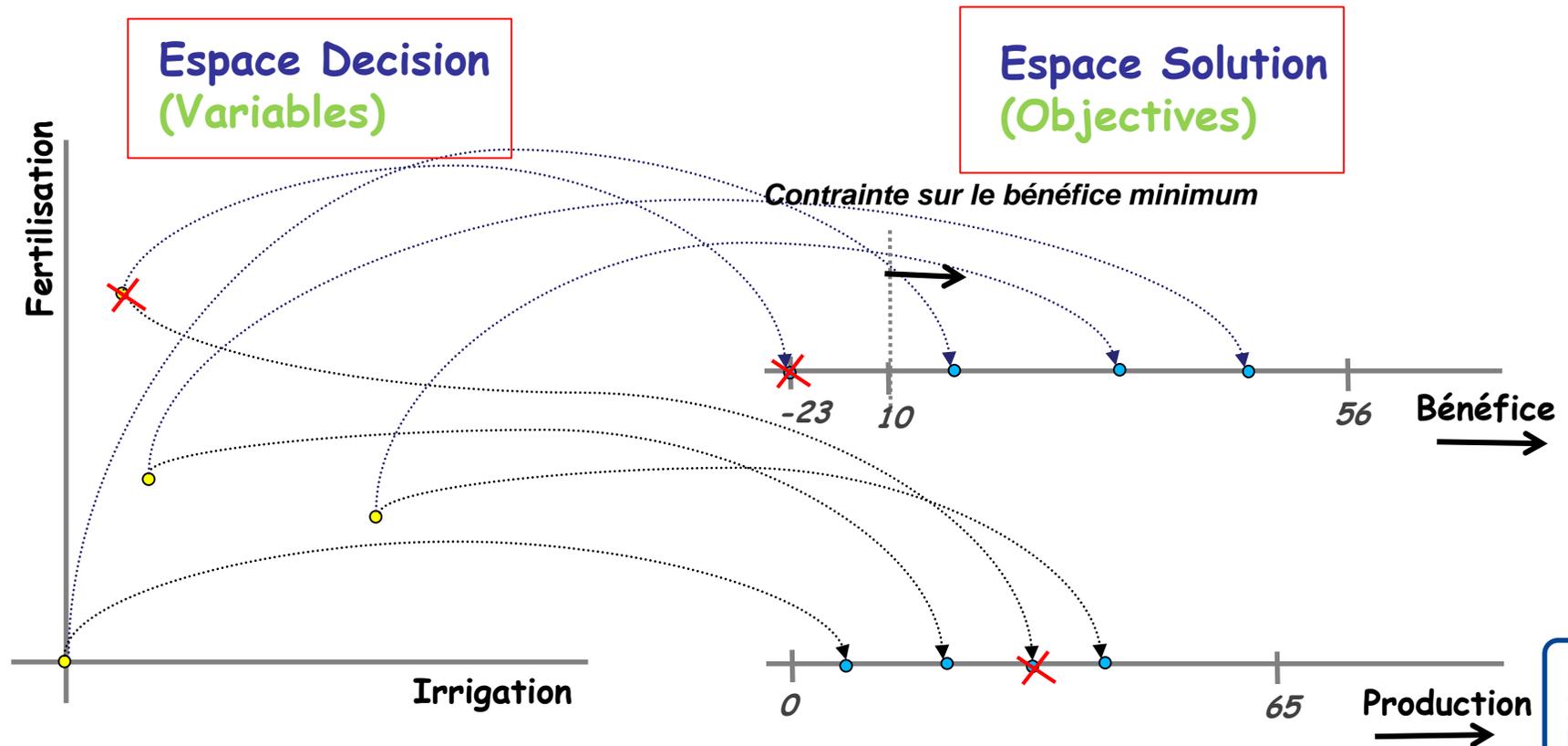
EXEMPLE Optimisation Mono-Objectif

Ajouter des contraintes

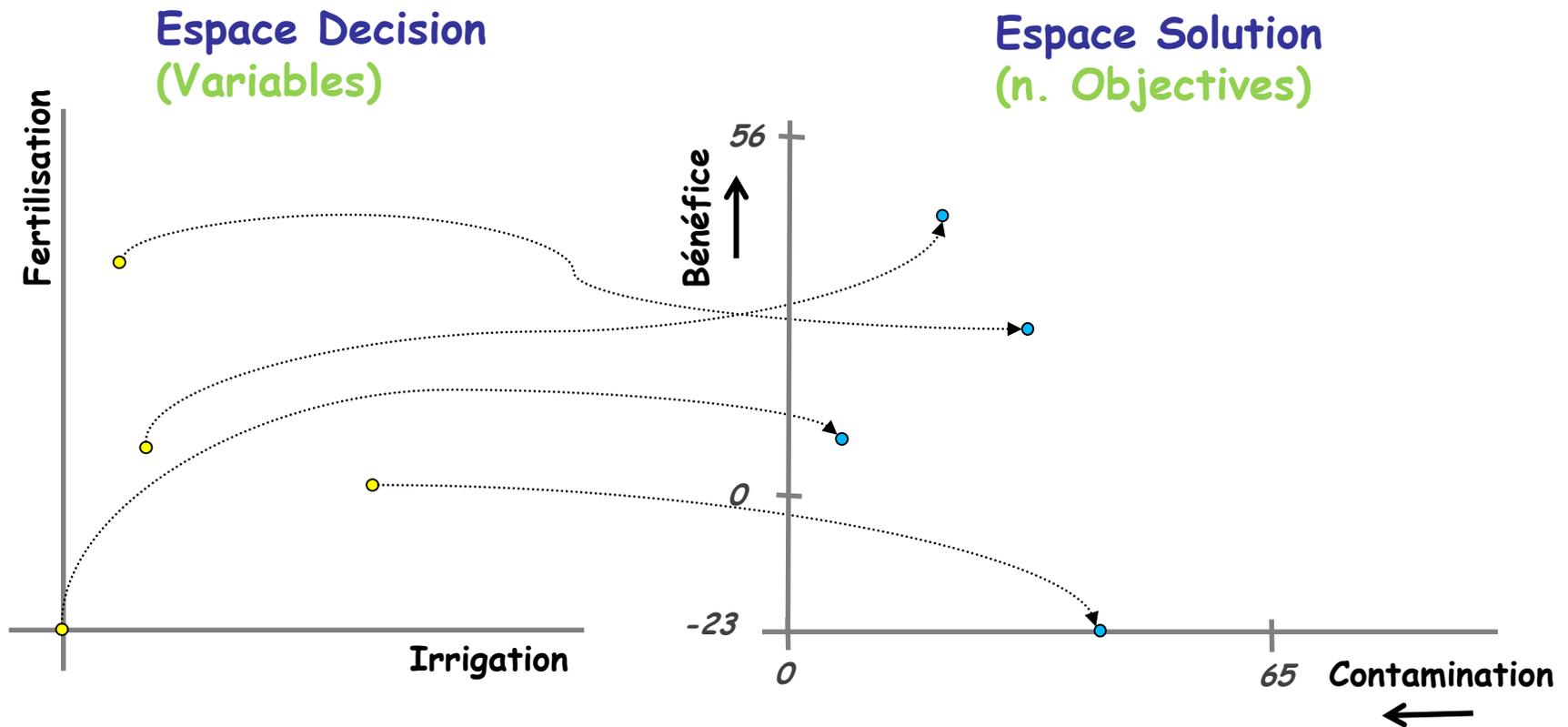


Optimisation Mono Objectif

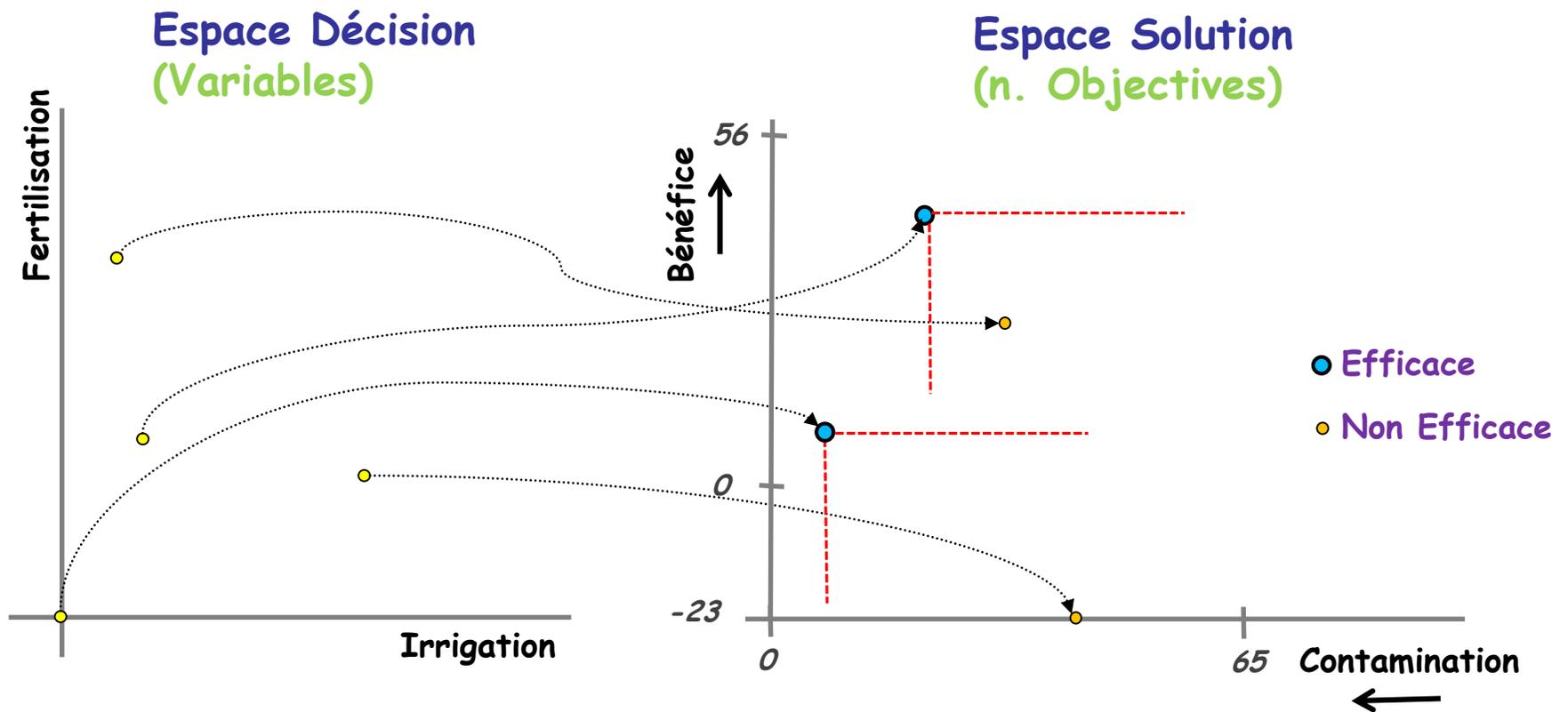
Ajouter des contraintes



MULTI Objective Optimisation



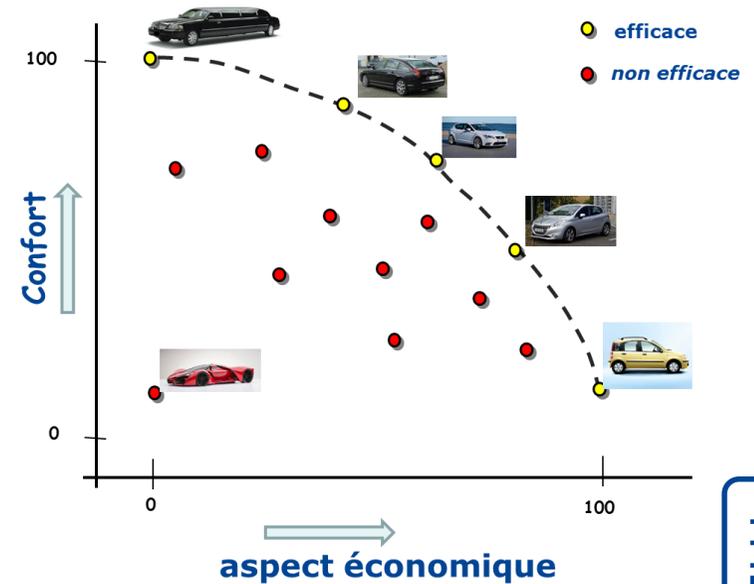
MULTI Objective Optimization



Le concept de Pareto

- ❑ L'objectif: Trouver les bons compromis possibles au lieu de la solution unique
- ❑ Une solution optimale MOO est appelée Optimal PARETO si aucune autre solution existe qui pourrait réduire des objectifs (dans le cas d'un problème de minimisation) sans causer une augmentation simultanée d'au moins un autre objectif.
- ❑ → obtenir un compromis (= une amélioration implique une détérioration d'au moins 1 objectif)

choisir une voiture

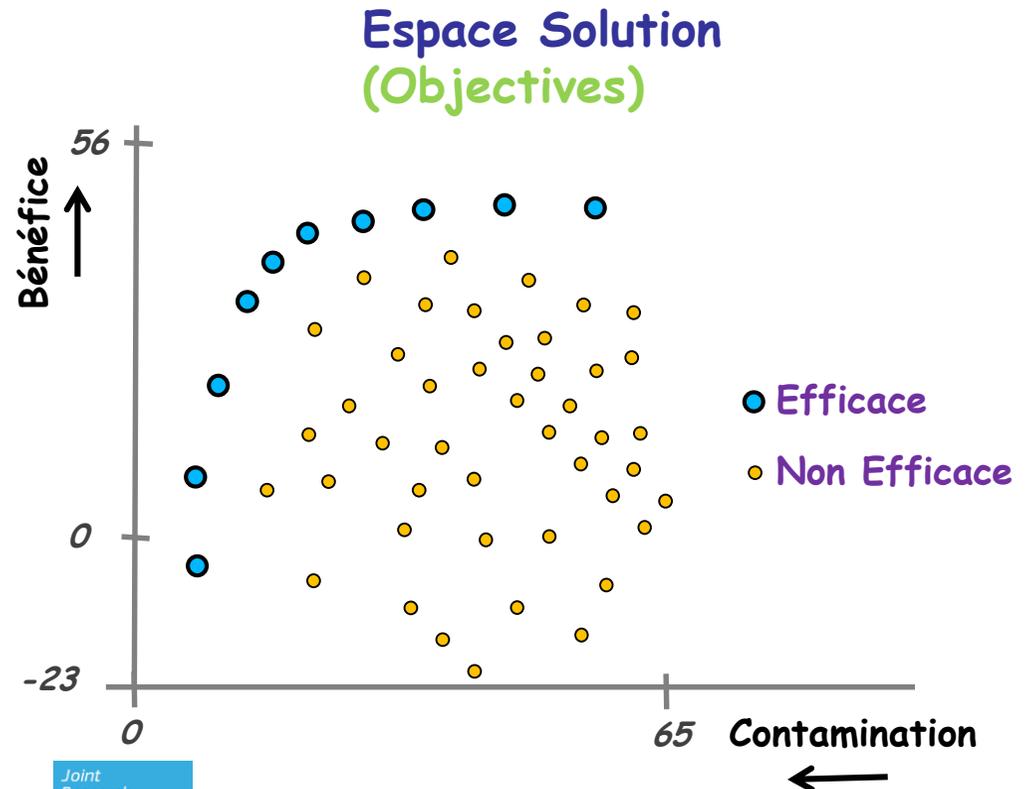
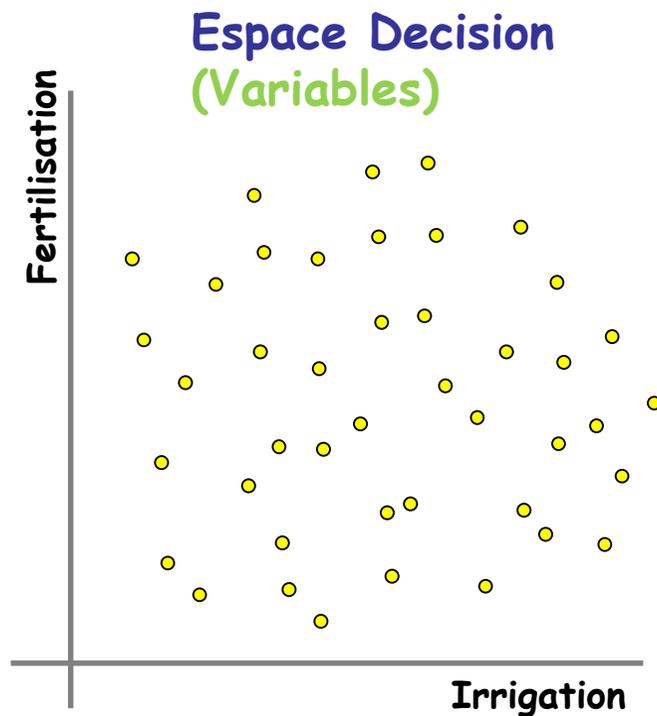


Dominance Pareto

- ❑ Les solutions qui se situent le long de la ligne Pareto sont dites **non-dominées**. Celles qui sont pas sur la ligne sont dites **dominées** car il y a toujours une autre solution qui à au moins un 1 des objectifs avec une meilleure valeur.
- ❑ La ligne est appelée le front Pareto et les solutions Pareto optimales.
- ❑ Donc, il est important dans le MOO de sélectionner les solutions les plus proches du front Pareto autant que possible.

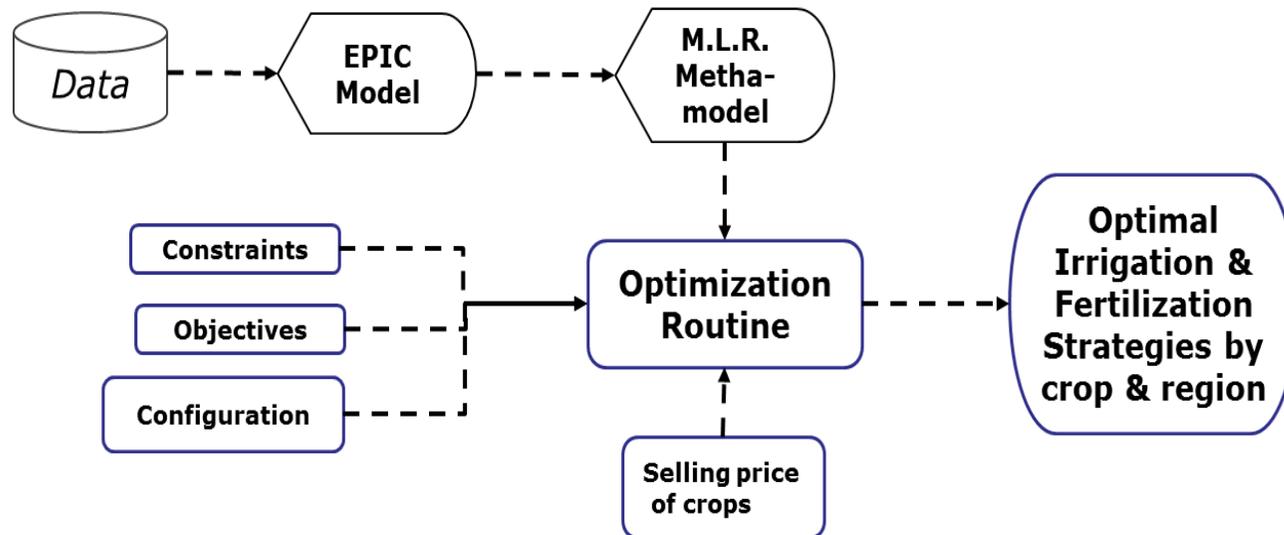
- **Série Pareto optimale**: Une Solution Pareto Optimale n'est pas unique, il existe une série de solutions connues qui sont optimales et composent la série Pareto optimale.

→ Elle représente une la série complète de solutions pour un problème MOO



Outil E-WATER pour la Mékrou

Outil d'optimisation pour l'identification de stratégies agricoles optimales dans le contexte de la sécurité alimentaire



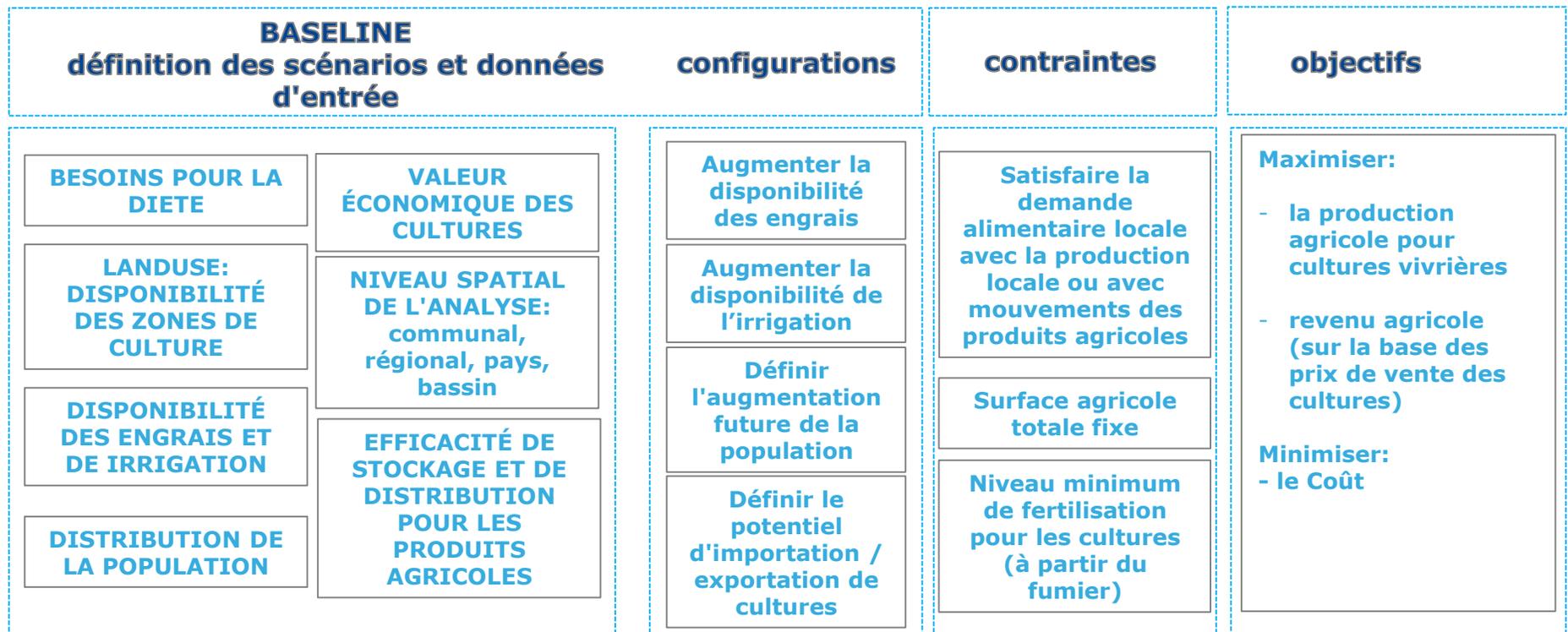
Outil E-WATER pour la Mékrou

Le développement du MOO s'est fait avec l'utilisation d'un modèle simplifié
Metamodèle: Développement de métamodèles adaptés aux entrées/sorties
spécifiques à intégrer au MOO: par exemple un modèle basé sur la relation
production de la culture, l'apport d'engrais/irrigation

- **pour:** possibilité de modifier les modèles, les cartes et les données utilisées pour l'analyse. TEMPS DE SIMULATION réduit
- **contre:** à définir à l'avance, ensemble d'entrées normalisées et pré-décidées

Outil E-WATER pour la Mékrou

Schéma méthodologique



Optimisation Statistique multi-objectifs

Exemples de formulation des objectifs

- satisfaire la demande alimentaire

$$DemAl_{s1} = \sum_{i=1}^{region} \sum_{j=1}^{culture} (P_i * DA_{ij}) \quad Prod_{s1} = \sum_{i=1}^{region} \sum_{j=1}^{culture} (Y_{ij} * S_{ij})$$

$$Prod_{s1} \geq DemAl_{s1}$$

- Maximiser la production et le revenu agricole

$$Rev_{s1} = \sum_{i=1}^{region} \sum_{j=1}^{culture} (Y_{ij} * S_{ij} * VE_{ij}) - DemAl_{s1}$$

Où:

- $DemAl_{s1}$ = demande alimentaire totale pour le scénario
- $Prod_{s1}$ = Production totale pour le scénario
- Rev_{s1} = gain agricole total pour le scénario
- DA_{ij} = Demande alimentaire pour culture et habitant
- P_i = Population dans la région i
- Y_{ij} = Demande alimentaire pour la diète pour typologie de culture j dans le pays
- Y_{ij} = Rendement pour la culture j dans la région i
- S_{ij} = Surface pour la culture j dans la région i
- VE_{ij} = Valeur économique pour la culture j dans la région i

Optimisation Statistique multi-objectifs

Exemples de identification et formulation des contraintes

- surface agricole max fixe pour chaque culture et région

$$Var_X_{r,c} \leq AreaMax_{r,c} \quad \forall r \in regions, c \in crops$$

- l'engrais total disponible est calculé au niveau de la région, ou a niveau de pays ou de bassin

$$\sum_c X_{r,c} \leq FertAvail_r \quad \forall r \in regions$$

- les quantités de fertilisation et le minimum peuvent être spécifiées

$$X_{r,c} \leq MaxLimitFet_{r,c} \quad \forall r \in regions, c \in crops$$

$$X_{r,c} \geq MinLimitFet_{r,c} \quad \forall r \in regions, c \in crops$$

Résumé et discussion

- Dans le contexte du processus MOO, il est crucial de définir :
 1. Les objectifs à optimiser (ceux qui doivent être maximiser et ceux qui doivent être minimiser)
 2. Les contraintes à inclure dans l'analyse

Objectifs :

- maximiser la production agricole;
- minimiser les coûts d'engrais;
- maximiser la production agricole seulement pour les cultures vivrières ou pour les culture de rente;
- minimiser les coûts d'irrigation;
- ... autres ?

Contraintes :

- maintenir une production minimale pour toutes les cultures;
- assurer que la demande alimentaire soit satisfaite (au niveau local, ou a niveau du bassin versant, ou à quel niveau?);
- définir des limites pour les quantités maximales d'engrais (ex: pour chaque commune, il s'agit de définir des % d'augmentation);
- définir le maximum d'eau utilisable pour l'agriculture (ex: peut être 30% du total d'eau disponible, différenciable pour chaque commune/pays);



Simulation de scénarios de sécurité alimentaire avec le module Optimisation - Agri

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

Introduction

A travers le menu *Optimisation - Agri*, E-Water permet de démarrer un outil de optimisation, avec plusieurs configurations à partir de données disponibles sur la Mékrou d'agriculture, la population, les besoins alimentaires...

Le modèle d'optimisation nécessite la définition d'un scénario d'analyse

L'utilisateur doit définir:

- un ensemble d'entrées (inputs) / contraintes des scénarios
- un ensemble de stratégies à mettre en œuvre et à évaluer

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

Les principales données à préparer pour l'analyse de Optimisation sont:

- Utilisation des terres avec la surface cultivée par commune
- La Population par commune
- Les besoins alimentaires (diète) par habitant et par type de cultures au niveau du pays
- Gestion actuelle des cultures : niveau de fertilisation par culture et communes et l'utilisation de l'irrigation

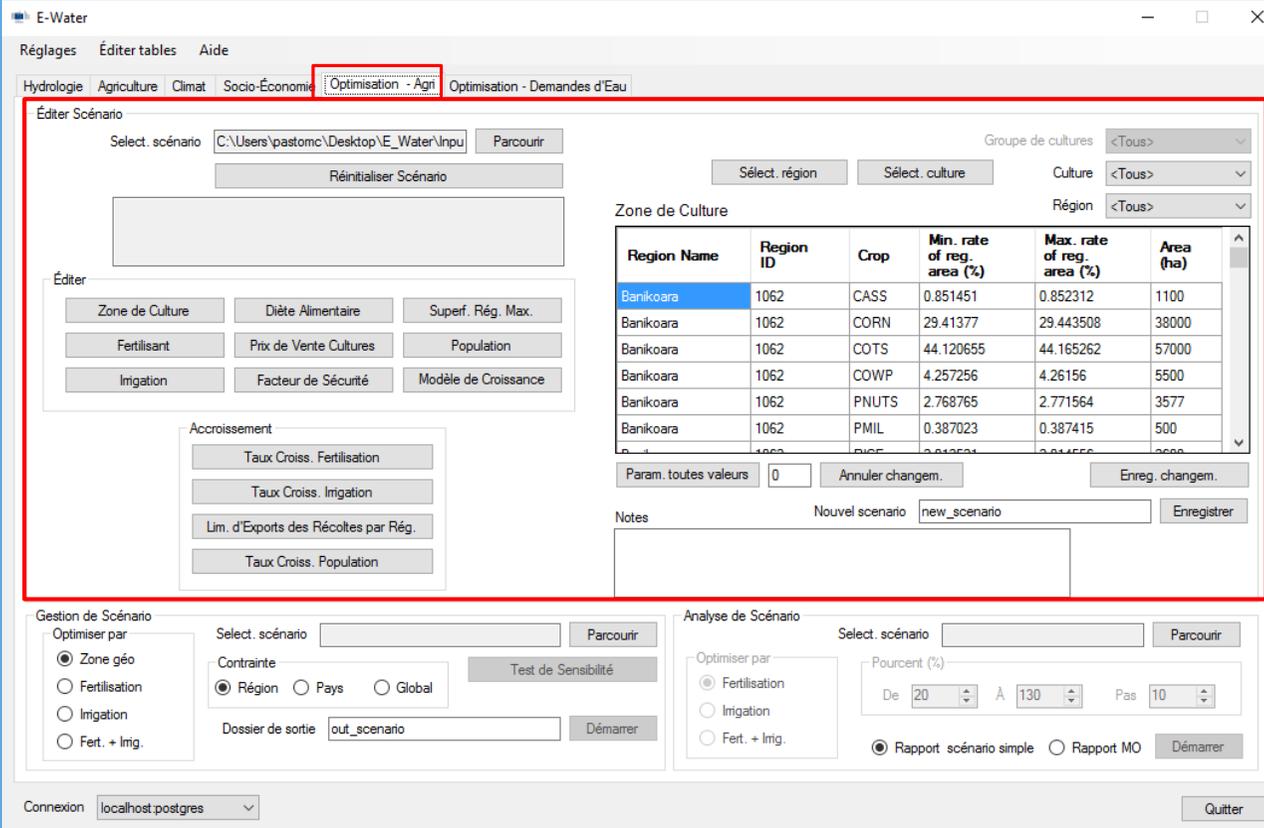
Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- rendement des cultures avec leur niveau d'intensification
- Prix de vente des cultures
- Facteur de sécurité pour tenir compte de la capacité réelle de production (considérant les pertes potentielles) pour satisfaire les besoins alimentaires de la population

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO



Éditer Scénario

Select. scénario: C:\Users\pastom\Desktop\E_Water\Inpu Parcourir

Réinitialiser Scénario

Zone de Culture

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	38000
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

Param. toutes valeurs: 0 Annuler changem. Enreg. changem.

Notes: Nouvel scénario: new_scenario Enregistrer

Gestion de Scénario

Optimiser par: Zone géo Fertilisation Irrigation Fert. + Irrig.

Select. scénario: Parcourir

Contrainte: Région Pays Global Test de Sensibilité

Dossier de sortie: out_scenario Démarrer

Analyse de Scénario

Select. scénario: Parcourir

Optimiser par: Fertilisation Irrigation Fert. + Irrig.

Pourcent (%): De 20 À 130 Pas 10

Rapport scénario simple Rapport MO Démarrer

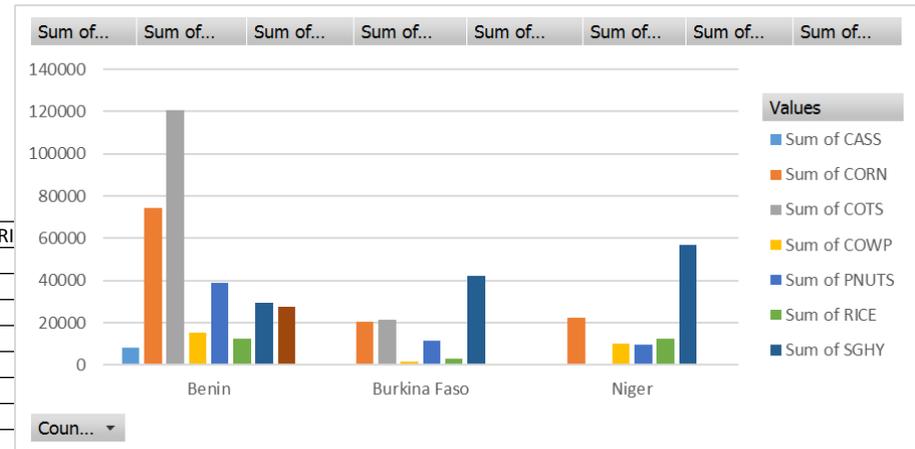
Connexion: localhost.postgres Quitter

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- ☐ Utilisation des terres et surface cultivée par commune
- ☐ Une table (Area.csv) avec une surface spécifique en ha pour plusieurs cultures est fournie et peut être éditée par les utilisateurs

Name	APPL	BANA	CASS	CORN	COTS	COWP	PNUTS	PMIL	POTA	RI
Banikoara	977	92	1,100	38,000	57,000	5,500	3,577	500	762	
Karimama	100	336	20	6,800	1,500	6,850	223	4,100	6	
Kerou	212	98	25	2,700	32,000	330	7,563	35	2	
Kouande	623	108	5,200	16,000	16,000	2,000	21,137	285	2,800	
Pehunco	53	18	1,750	11,000	14,000	375	6,403	210	23	
Bottou	176	69	0	10,622	11,402	944	6,279	3,005	12	
Diapaga	96	22	8	5,604	5,898	454	2,805	1,099	6	
Tansarga	65	22	7	4,374	4,200	403	2,365	796	8	
Kollo-Kirtachi	328	156	0	4,922	0	1,231	1,231	29,533	529	1,969
Say-Tamou	1,021	462	0	11,700	256	2,925	2,925	70,200	1	4,680
Boboye-Birni										
Ngaoure	210	120	8	5,850	15	5,850	5,265	70,200	460	5,850



Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- pour chaque culture et région, il est également possible de définir la plage minimale et maximale de variation (pour l'optimisation de la surface dans la section suivante) exprimée en pourcentage des surfaces agricoles totales.

Exemple pour CORN (maïs) mettre MIN = 20 et MAX = 100 signifie que les alternatives optimisées chercheront une solution permettant d'avoir une zone pouvant occuper un minimum de 20 % des terres cultivées et potentiellement toutes les terres cultivées

- *Optionnel*: il est également possible de modifier (étendre) la superficie totale des terres cultivées au niveau régional en utilisant le fichier AreaRegMax.csv (surface en ha)

Zone de Culture Région <Tous>

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Kerou	1064	COTS	69	69	32000
Boboye-Bimi Ngaoure	1072	PMIL	60	60	57600
Kollo-Kirtachi	1070	PMIL	57	57	29533
Say-Tamou	1071	PMIL	57	57	70200
Tansarga	1069	SGHY	44	44	10650
Diapaga	1068	SGHY	40	40	11431

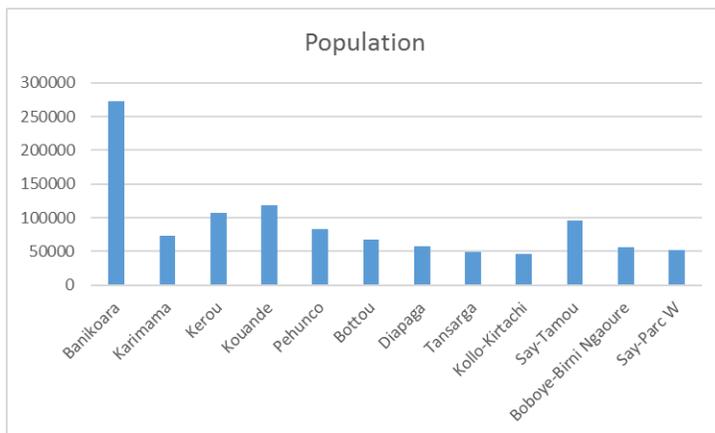
Param. toutes valeurs 0 Annuler changem. Enreg. changem.

valeurs égales: aucun changement possible

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- ❑ Population par commune
- ❑ Une table (PopulationByRegion.csv) avec une estimation de la population pour 2014 est fournie et elle peut être modifiée par les utilisateurs



Éditer

Zone de Culture Diète Alimentaire Superf. Rég. Max.

Fertilisant Prix de Vente Cultures Population

Irigation Facteur de Sécurité Modèle de Croissance

Accroissement

Taux Croiss. Fertilisation

Taux Croiss. Irrigation

Region Name	Region ID	Population
Banikoara	1062	284313
Karimama	1063	76866
Kerou	1064	111180
Kouande	1065	122675
Pehunco	1066	86005
Bottou	1067	68020
Diapaga	1068	48965

Param. toutes valeurs Annuler changem.

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- ❑ Niveau de fertilisation par culture et région et utilisation de l'irrigation
- ❑ Fertilisation. Pour chaque culture et région, il faut:
 - une baseline (Niveau 'actuel' de fertilisation N utilisé kg/ha);
 - un maximum et un minimum du niveau de fertilisation utilisée;
- ❑ Irrigation: Pour chaque culture et région:
 - une baseline ('Niveau 'actuel' d'irrigation in mm/saison);
 - Un niveau maximum et minimum;

Éditer

Zone de Culture Diète Alimentaire Superf. Rég. Max.

Fertilisant Prix de Vente Cultures Population

Irrigation Facteur de Sécurité Modèle de Croissance

Accroissement

Fertilisant

Région <Tous>

Region Name	Region ID	Crop	Min (kg/ha)	Max (kg/ha)	Current (kg/ha)
Banikoara	1062	CASS	6	119	6
Banikoara	1062	CORN	10.7	451	10.7
Banikoara	1062	COTS	60	453	60
Banikoara	1062	COWP	0	20	0
Banikoara	1062	PNUTS	15.7	16	15.7
Banikoara	1062	PMIL	15.2	108	15.2

→ Toutes ces données sont fournies sous forme de fichiers csv et peuvent être visualisées et éditées par l'utilisateur dans le module e-water

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

□ Le niveau de fertilisation par culture

NUTS_ID	Description	Manioc	Mais	Coton	Haricot Vert	Millet	Pomme deterre	Riz	Sorgho	Legume	Igname
1062	<i>Banikoara</i>	6.0	10.7	60.0	14.9	15.2	20.3	44.9	20.7	20.3	24.9
1063	<i>Karimama</i>	1.6	32.4	32.4	7.0	5.7	7.2	52.4	10.5	7.2	7.2
1064	<i>Kerou</i>	24.0	29.0	39.0	17.2	2.0	25.9	49.0	29.0	25.9	34.0
1065	<i>Kouande</i>	15.6	35.6	40.6	13.6	11.7	10.6	17.3	20.6	15.1	25.7
1066	<i>Pehunco</i>	28.6	58.6	40.6	14.4	13.6	23.6	30.6	18.5	23.6	23.6
1067	<i>Bottou</i>	6.6	8.4	41.4	3.8	6.4	11.4	8.4	6.4	9.0	9.0
1068	<i>Diapaga</i>	9.4	13.4	43.4	4.2	10.7	11.3	9.9	8.4	11.3	11.3
1069	<i>Tansarga</i>	5.0	9.8	24.8	7.6	4.8	10.1	6.8	4.8	10.1	10.1
1070	<i>Kollo-Kirtachi</i>	1.6	2.6	1.6	2.3	1.6	3.2	1.7	1.6	3.2	0.0
1071	<i>Say-Tamou</i>	2.4	2.4	2.8	1.7	2.4	3.6	2.7	2.4	3.6	3.6
1072	<i>Boboye-Birni Ngaoure</i>	2.4	2.4	2.8	1.7	2.4	3.6	2.7	2.4	3.6	3.6
1073	<i>Say-Parc W</i>	0.0	0.0	0.4	1.7	0.0	1.2	0.3	0.0	1.2	1.2

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- ❑ La ration alimentaire (diète) par habitant et type de culture au niveau du pays
- ❑ grâce à l'enquête des ménages, section nutrition, il a été possible d'estimer la diète de la population de la Mékrou
- ❑ Les taux FAO recommandés pour assurer une alimentation minimum peuvent être également considérée (2400 kcal/jour/habitant) comme un objectif de sécurité alimentaire

Éditer

Zone de Culture Diète Alimentaire Superf. Rég. Max.

Fertilisant Prix de Vente Cultures Population

Irrigation Facteur de Sécurité Modèle de Croissance

Accroissement

Taux Croiss. Fertilisation

Diète Alimentaire

Région <Tous>

Region Name	Region ID	Crop Group	Demand (Kg/Person year)
Banikoara	1062	CEREALS	123.3
Banikoara	1062	RIZ	23.9
Banikoara	1062	TUBERS	64.7
Banikoara	1062	LEGUMINEUSES	47.5
Banikoara	1062	OLEOGINEUX	11.5
Banikoara	1062	LEGUME	41.5
Banikoara	1062	COTON	0

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

Apport calorique	Benin			Niger			Burkina Faso		
	enquête	FAO	sugg.(2400)	enquête	FAO	sugg.(2400)	enquête	FAO	sugg.(2400)
<i>Céréales sèches</i>	697	505	1000	1518	1418	1750	1106	1500	1634
<i>riz</i>	180	532	239	381	98	371	196	202	227
<i>Tubercules</i>	134	853	184	51	29	57	0	38	0
<i>sucre</i>	40	55	56	13	48	13	13	70	5
<i>legumineuses</i>	292	90	410	41	327	38	133	130	143
<i>oleagineux</i>	145	297	220	23	322	31	101	345	170
<i>légumes</i>	20	22	28	39	39	41	12	12	16
<i>fruits</i>	7	45	8	1	48	1	3	8	3
<i>boissons</i>	13	2	18	3	1	4	5	1	5
<i>alcoolique</i>	3	20	4	0	1	0	7	177	3
<i>viande</i>	10	40	17	5	18.0	3	20	43	27
<i>beaf viande</i>	38	19	59	11	60.0	11	63	41	98
<i>lait</i>	19	20	27	9	87	7	2	44	4
<i>poisson</i>	20	23	28	20	4	25	9	13	11
<i>autres</i>	72	72	100	45	45	45	40	40	54
Totals	1690	2595	2400	2160	2545	2400	1710	2664	2400

- ❑ La ratio alimentaire par habitant et par type de culture dans ce scénario sont principalement les céréales, légumineuses, oléagineux, tubercules et fruits
- ❑ Voir la table (PopulationByRegion.csv, Ratio en Kg/Pers/An)

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- Prix de vente des cultures
- Grâce à l'enquête des ménages, et aux statistiques de la FAO, il a été possible d'estimer le prix de vente des cultures de la Mékrou
- Dans la configuration actuelle, les prix sont définis au niveau de chaque pays (niveau de données disponibles)
- mais il est possible par l'utilisateur de les différencier/éditer au niveau de la commune
- Voir la table** (MOO\Input\data\CropSalePrices.csv, Prix en €/kg sec de culture)

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: PRÉPARATION DE DONNÉES POUR LA MOO

- Facteur de sécurité pour tenir compte de la capacité réelle de production (considérant des pertes potentielles) pour satisfaire les besoins alimentaires

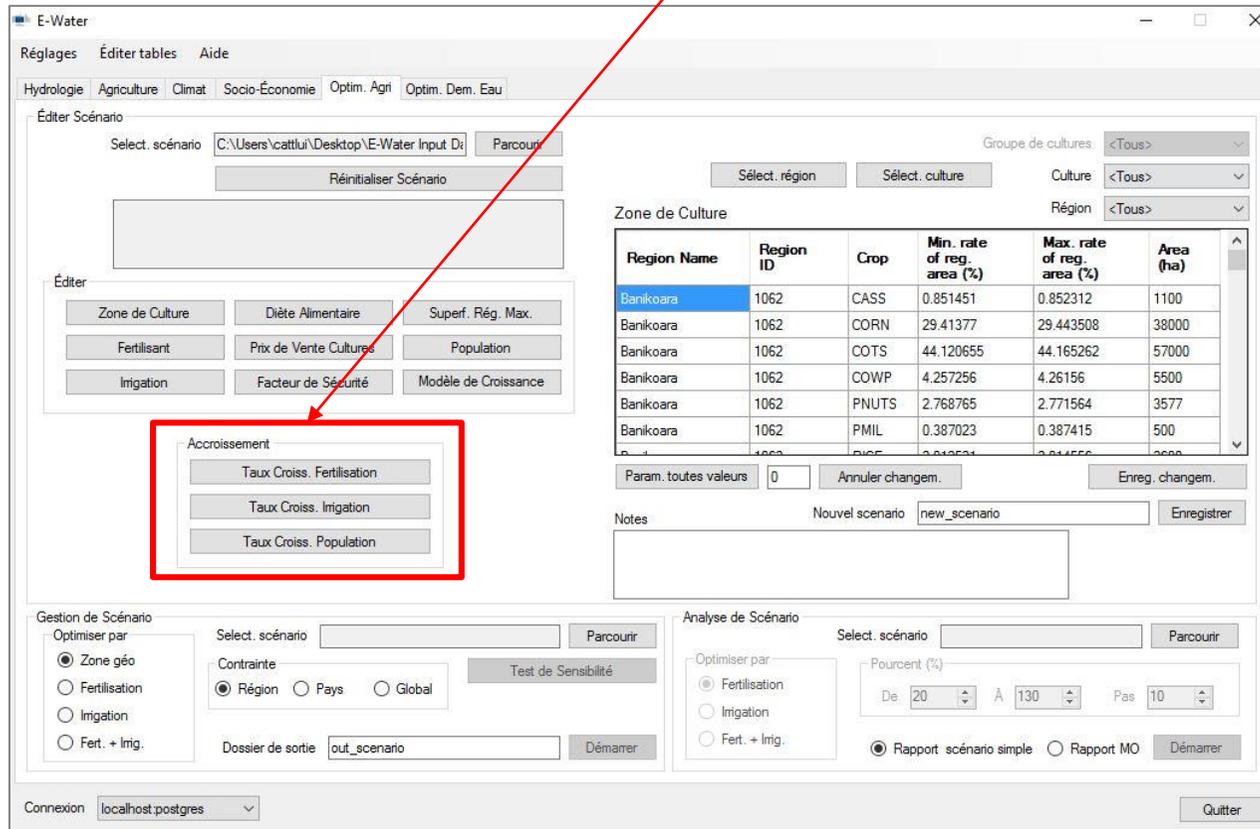
Ce pourcentage est une mesure de l'efficacité de la gestion des produits végétaux:

Pour passer de la production réelle à la vraie disponibilité alimentaire pour analyser la sécurité alimentaire, il est suggéré d'introduire un tel facteur.

Les valeurs proposées par défaut proviennent du rapport de la FAO

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: configurations, contraintes, changements



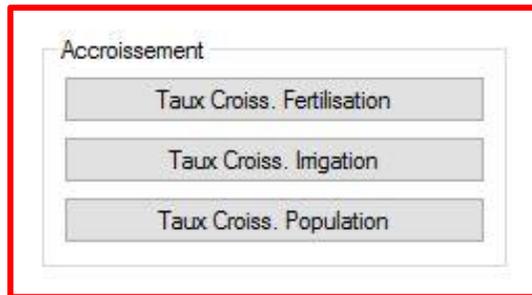
The screenshot shows the 'E-Water' software interface. A red box highlights the 'Accroissement' (Increase) section under the 'Éditer' (Edit) tab, which includes three options: 'Taux Croiss. Fertilisation', 'Taux Croiss. Irigation', and 'Taux Croiss. Population'. A red arrow points from the text 'SCENARIOS: configurations, contraintes, changements' to this section.

The interface also displays a table of 'Zone de Culture' (Cultivation Zones) with the following data:

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	38000
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

Simulation de scénarios avec MOO E-Water

SCENARIOS: configurations, contraintes, changements



Dans cette section, il est possible de

- Augmenter la disponibilité des engrais dans tout le bassin ou par culture et par commune
- Augmenter l'utilisation de l'irrigation dans tout le bassin ou par culture et par commune
- Définir l'augmentation de la population par région afin d'évaluer le scénario pour la demande alimentaire future.

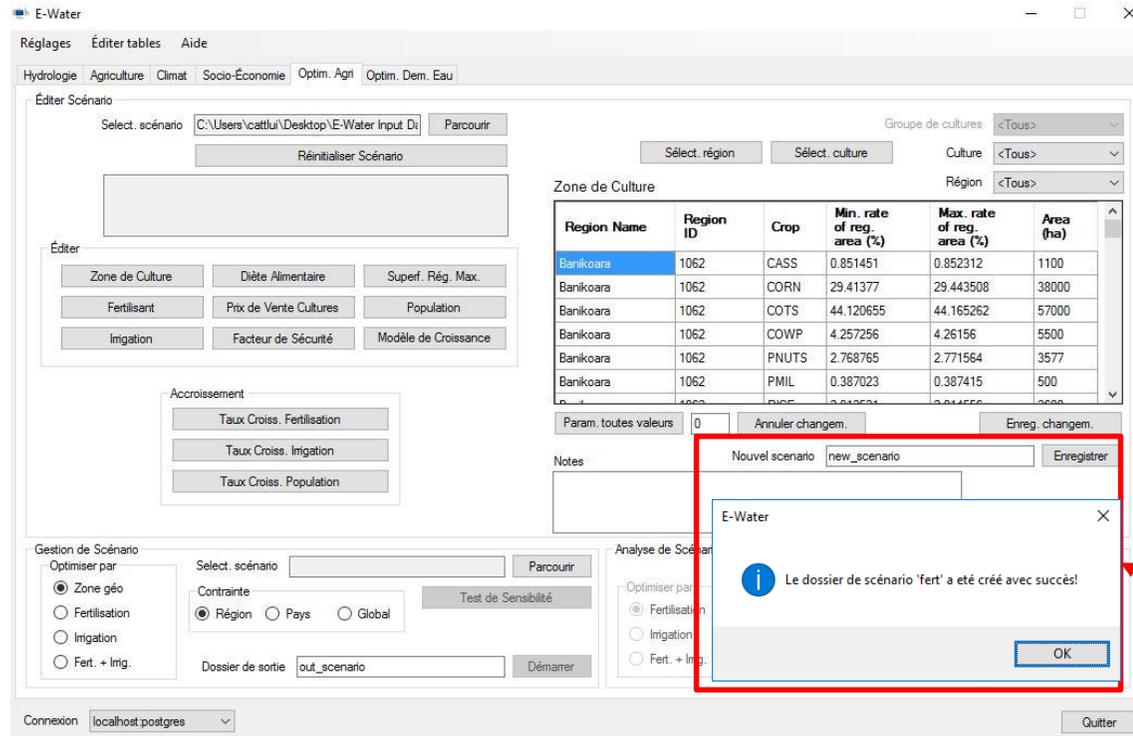


EXERCICE PRATIQUE

PRATIQUE- SCÉNARIOS de SECURITE ALIMENTAIRE

PRÉPARATION DE DONNÉES

ouvrir E-Water
Optimisation-Agri



The screenshot shows the E-Water software interface. The 'Zone de Culture' table is visible, listing regions and crops. A dialog box titled 'E-Water' is open, displaying a success message: 'Le dossier de scénario 'fert' a été créé avec succès!' (The scenario folder 'fert' has been created successfully!). The dialog box has an 'OK' button.

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	38000
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

A FAIRE

- ❑ Charger la BASELINE disponible dans INPUT\MOOAGRI\BLS
- ❑ Vérifier les données chargées
- ❑ Quand vous avez fini, sauvegarder la baseline modifiée avec un **autre nom** et quelques notes d'explication

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace

A FAIRE :

config: augmenter la disponibilité (à 40%)

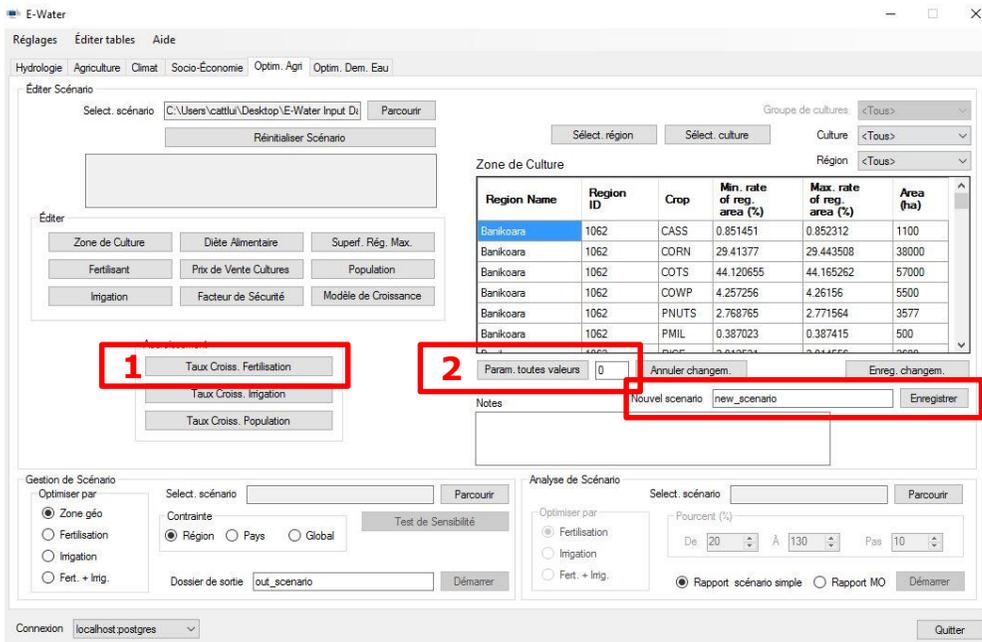
obj: optimiser la fertilisation

Charger le scénario baseline (INPUT\MOOAGRI\BLS)

Augmenter la disponibilité des engrais dans tout le bassin de 40 %

→ Cliquer sur (1- Taux Croiss. Fertilisation) et Paramétrer toutes les valeurs à 40% (2)

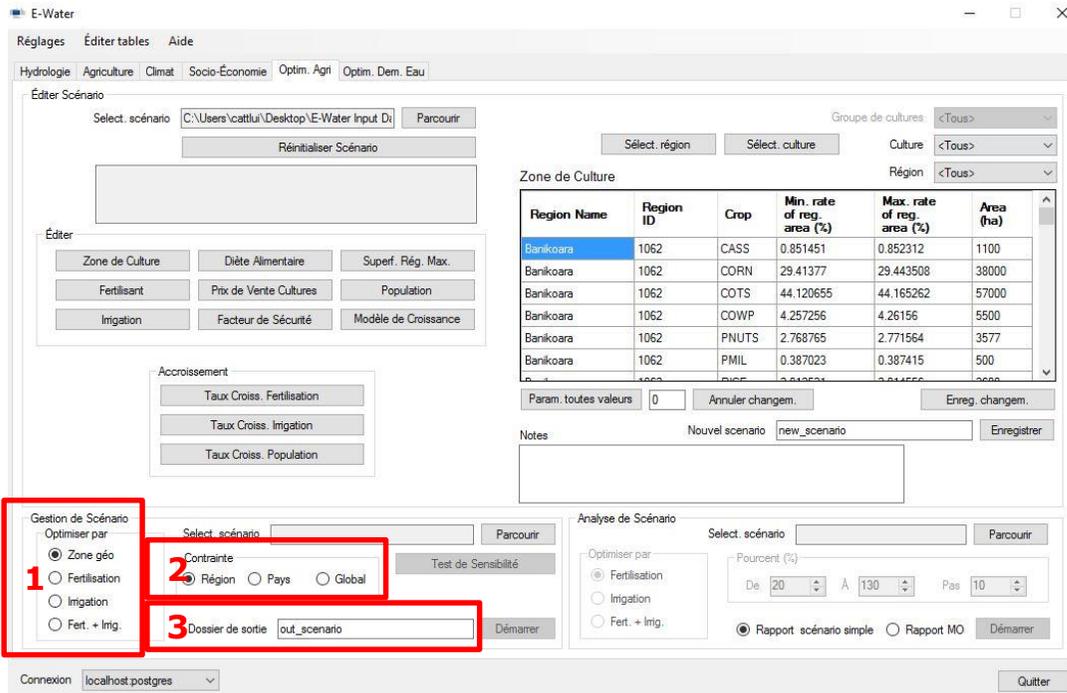
→ Enregistrer le scénario modifié avec un nom afin d'identifier le scénario (EX1_F40_Of)



Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Bankoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Bankoara	1062	COBN	29.41377	29.443508	38000
Bankoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Bankoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Bankoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Bankoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace



The screenshot shows the 'Gestion de Scénario' (Scenario Management) section of the E-Water software. Three red boxes highlight specific settings:

- Box 1:** 'Optimiser par' (Optimize by) set to 'Zone géo' (Geo zone).
- Box 2:** 'Contrainte' (Constraint) set to 'Région' (Region).
- Box 3:** 'Dossier de sortie' (Output file) set to 'out_scenario'.

The 'Analyse de Scénario' (Scenario Analysis) section shows 'Optimiser par' (Optimize by) set to 'Fertilisation' (Fertilization) and 'Rapport scénario simple' (Simple scenario report) selected.

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	38000
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

☐ passez à la section suivante de l'outil pour la Gestion du scénario

→ le nouveau scénario est automatiquement chargé

→ sinon naviguer pour le retrouver

→ 1) Choisissez un objectif pour l'optimisation

→ Par:

- Surface
- Fertilisation
- Irrigation
- Fert.+Irrig.

→ 2) Choisissez le niveau d'interaction entre régions

- Région

→ 3) Choisissez le dossier de sortie

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace

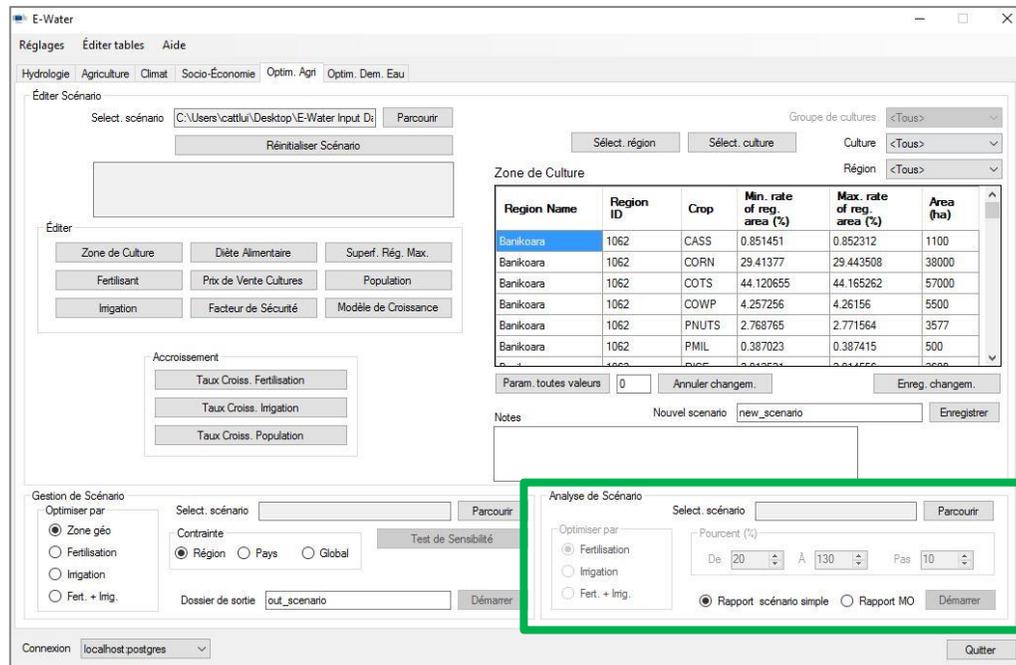
Objectif à optimiser

- **Fertilisation** : La surface est maintenue constante et l'engrais total (N) disponible au niveau régional est redistribué par cultures



Démarrer

Pour analyser les résultats, passez à la section suivante



The screenshot shows the E-Water software interface. The 'Analyse de Scénario' dialog box is highlighted in green. It contains the following elements:

- Select. scénario**: C:\Users\pastomc\Desktop\vert\vo
- Optimiser par**:
 - Fertilisation
 - Irrigation
 - Fert. + Irrig.
- Pourcent (%)**: De 20, À 130, Pas 10
- Rapport scénario simple** (selected) and **Rapport MO** (unselected)
- Démarrer** button

- ❑ Vérifier la localisation du scénario cible à analyser

- ❑ Sélectionner : **Rapport scénario simple**



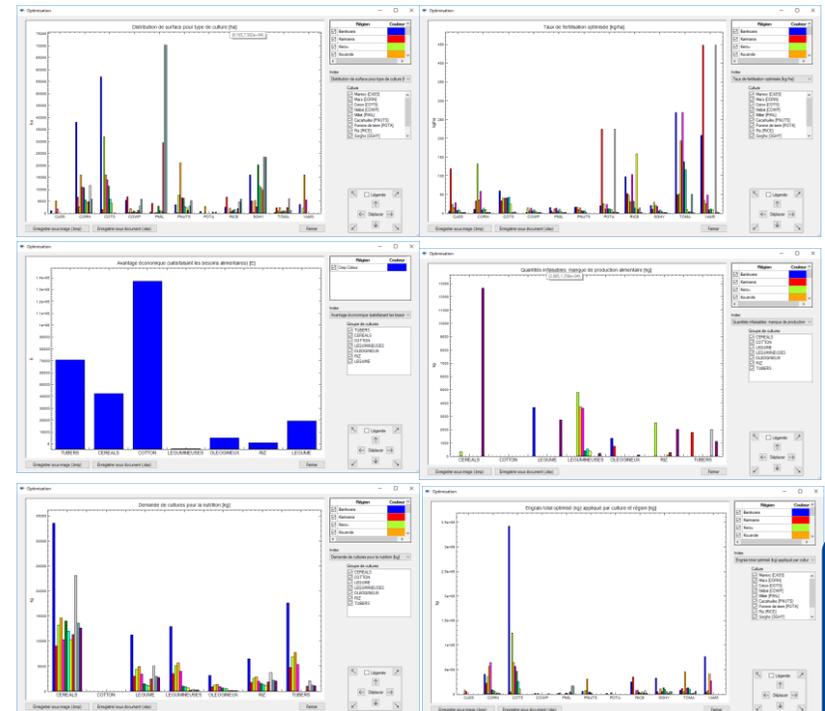
Démarrer

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace

Liste des sorties

- ❑ Distribution de surface pour type de culture
- ❑ Avantage économique
- ❑ Demande pour la nutrition (kg)
- ❑ Taux de fertilisation optimisée (kg/ha)
- ❑ Quantités non faisables (= production manquante)
- ❑ Production excédentaire
- ❑ Production agricole
- ❑ Engrais Total optimisé

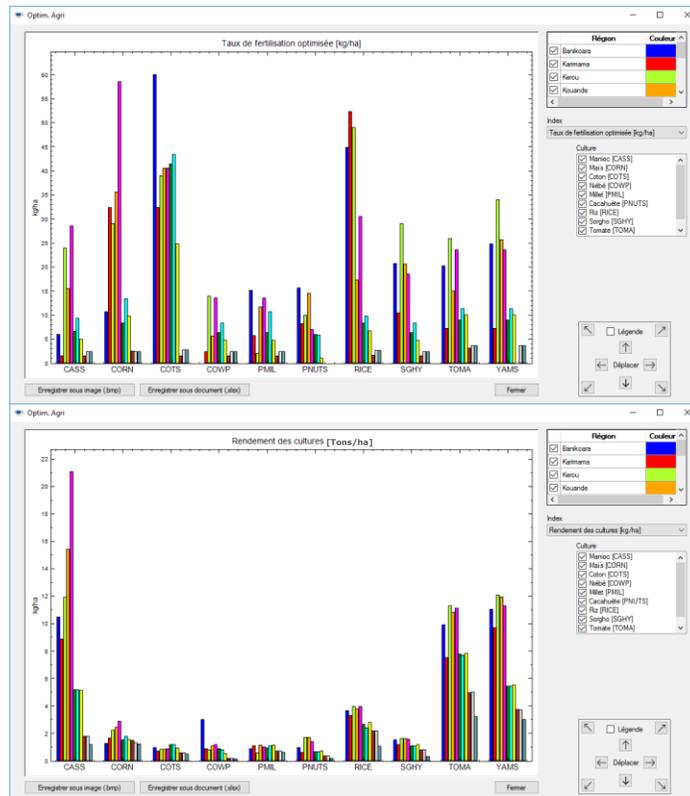


PRATIQUE - Activité 1:

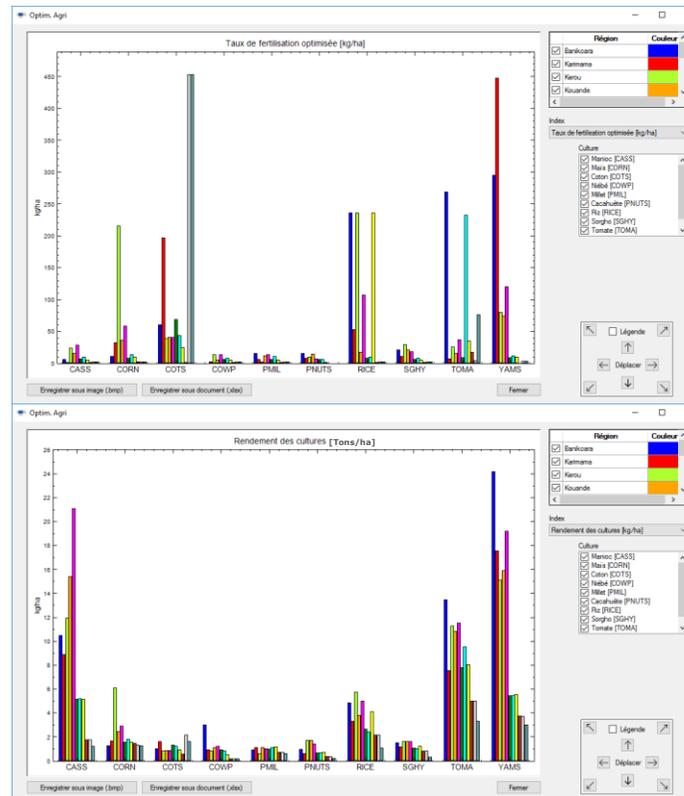
Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace

Exemple d'outputs

Baseline



Fert +40%



utilisation
modifiée
d'engrais
(exprimée en
kg / ha par
culture et par
région)

Rendement
optimisé
(exprimé en
tonnes / ha
par culture et
par région)

PRATIQUE - Activité 2:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser, pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace.

A FAIRE:

Config: augmenter la disponibilité des engrais (40%)

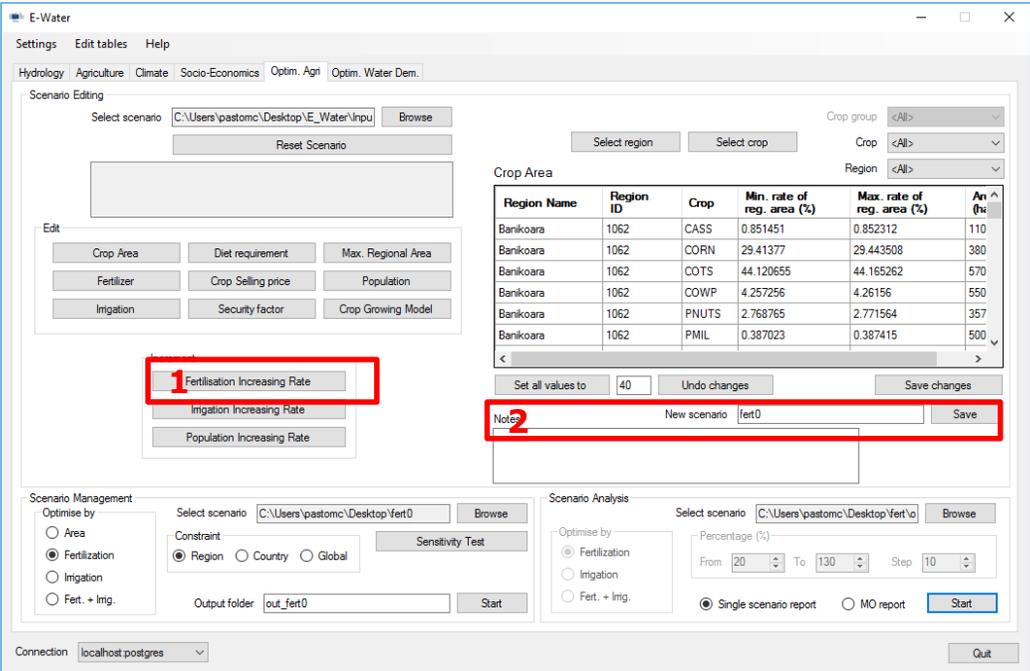
Obj: optimiser 'area' (distribution des cultures)

❑ Charger le scénario baseline (INPUT\MOOAGRI\BLS)

❑ Augmenter la disponibilité des engrais de 40 % dans tout le bassin

→ Cliquer (1- Taux Croiss. Fertilisation) et Paramétrer toutes les valeurs à 40%

→ Enregistrer le scénario modifié avec un nom afin d'identifier le scénario (2 - EX1_F40_Of)

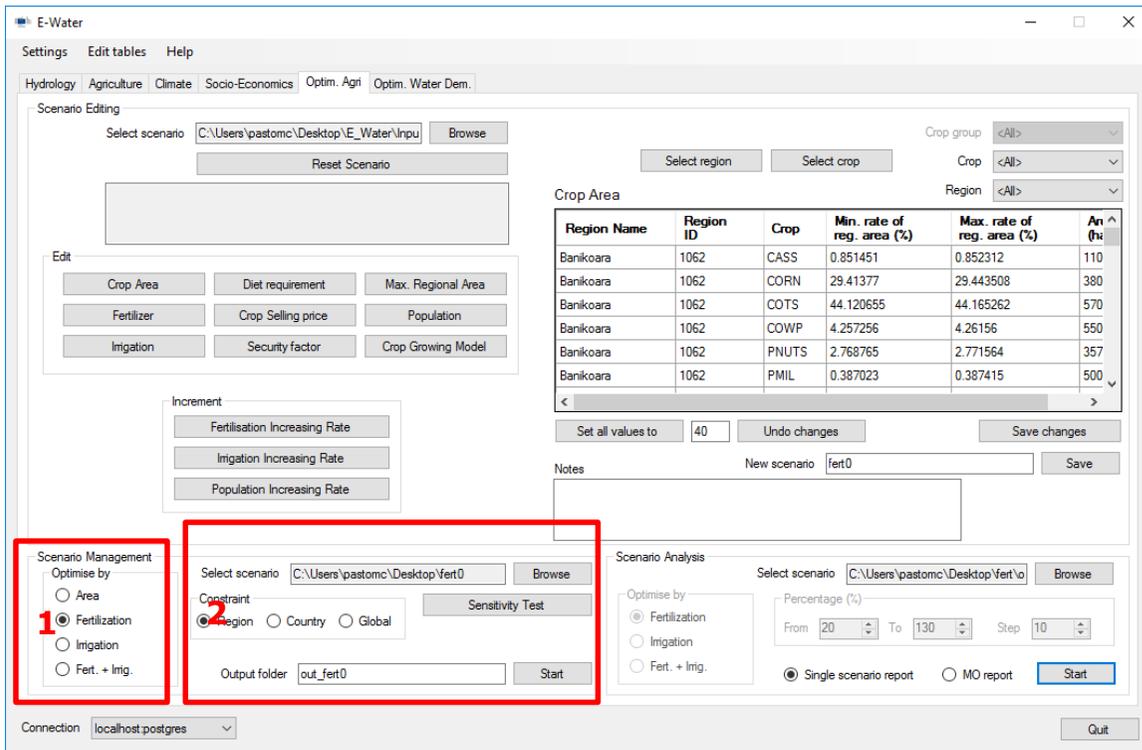


The screenshot shows the 'E-Water' software interface. In the 'Scenario Editing' section, the 'Fertilization Increasing Rate' button is highlighted with a red box and labeled '1'. Below it, the 'New scenario' field is highlighted with a red box and labeled '2', with the value 'fert0' entered. The 'Scenario Management' section shows 'Optimise by' set to 'Fertilization' and 'Constraint' set to 'Region'. The 'Scenario Analysis' section shows 'Optimise by' set to 'Fertilization' and 'Percentage (%)' set to 'From 20 To 130 Step 10'.

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	110
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	380
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	570
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	550
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	357
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

PRATIQUE - Activité 2:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser, pour quelle culture cette utilisation additionnelle est la plus efficace.



The screenshot shows the E-Water software interface with several key sections highlighted in red boxes:

- Scenario Management:** Located in the bottom left, it includes options to optimize by Area, Fertilization (selected), Irrigation, and Fert. + Irrig.
- Scenario Editing:** Located in the top left, it shows the current scenario path as C:\Users\pastomc\Desktop\E_Water\Inpu and a Reset Scenario button.
- Scenario Analysis:** Located in the bottom right, it shows the optimization goal set to Fertilization, with a percentage range from 20 to 130 and a step of 10. The report type is set to Single scenario report.

The main window displays a table of Crop Area data for the Banikoara region:

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	110
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	380
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	570
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	550
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	357
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

☐ passez à la section suivante de l'outil pour la Gestion du scénario

→ le nouveau scénario est automatiquement chargé

→ sinon naviguer dans l'explorer Windows pour le trouver

→ 1) Choisissez un objectif pour l'optimisation

→ Par:

- Area (Surface)
- Fertilisation
- Irrigation
- Fert+Irrig.

→ 2) Choisissez le niveau d'interaction entre communes (déplacement récoltes)

- Region
- Choisissez le dossier de sortie

PRATIQUE - Activité 2:

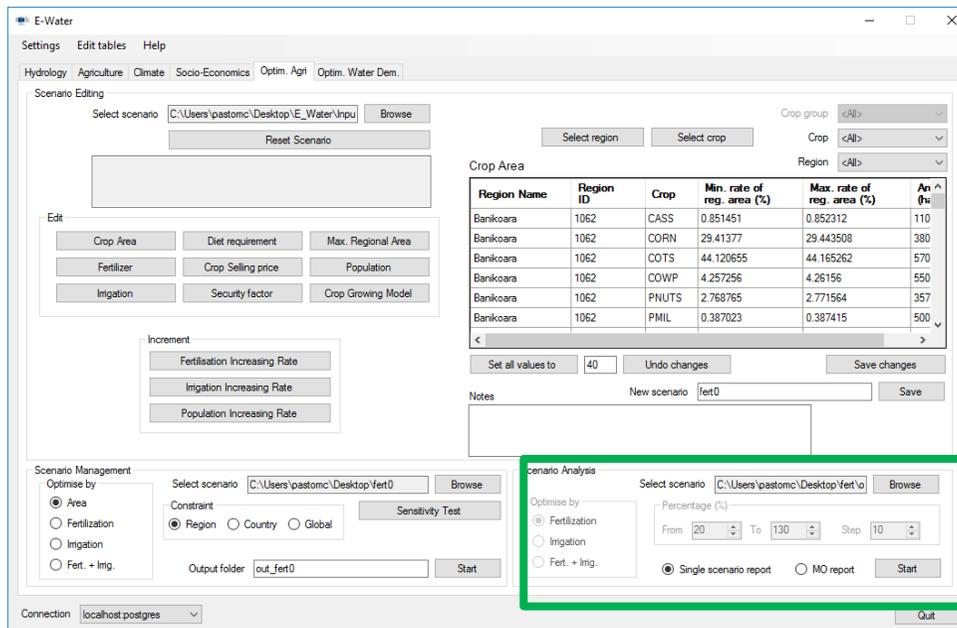
Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture il est plus efficace l'utilisation de nouveaux engrais

Objectif à optimiser

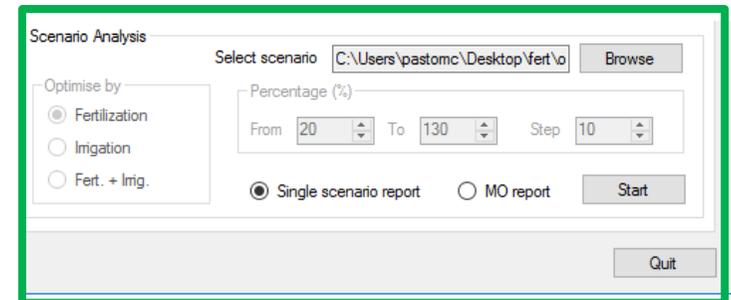
- **Area/Surface** (la répartition des cultures est modifiée région par région afin de trouver le meilleur compromis pour la satisfaction de la demande alimentaire et l'avantage économique)

→ Démarrer

Pour analyser les résultats, passez à la section suivante



The screenshot shows the E-Water software interface. The 'Scenario Analysis' section is highlighted with a green box. It includes a 'Select scenario' field with the path 'C:\Users\pastomc\Desktop\vert\o', a 'Browse' button, and a 'Percentage (%)' section with 'From' (20), 'To' (130), and 'Step' (10) dropdowns. The 'Optimise by' section has radio buttons for 'Fertilization', 'Irrigation', and 'Fert. + Irig.', with 'Fertilization' selected. There are also radio buttons for 'Single scenario report' and 'MO report', with 'Single scenario report' selected. A 'Start' button is visible.



This is a close-up of the 'Scenario Analysis' dialog box. It features a 'Select scenario' field with the path 'C:\Users\pastomc\Desktop\vert\o' and a 'Browse' button. Below this is the 'Optimise by' section with three radio buttons: 'Fertilization' (selected), 'Irrigation', and 'Fert. + Irig.'. To the right, there is a 'Percentage (%)' section with 'From' (20), 'To' (130), and 'Step' (10) dropdowns. At the bottom, there are radio buttons for 'Single scenario report' (selected) and 'MO report', along with a 'Start' button and a 'Quit' button.

❑ Vérifier le scénario cible à analyser

❑ Sélectionner : Rapport scénario simple

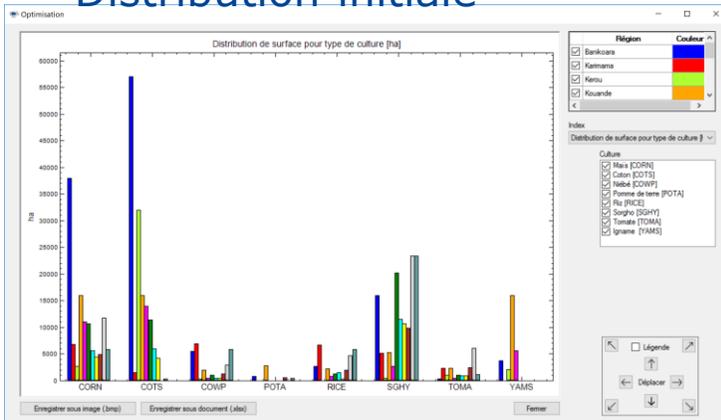
→ Démarrer

PRATIQUE - Activité 2:

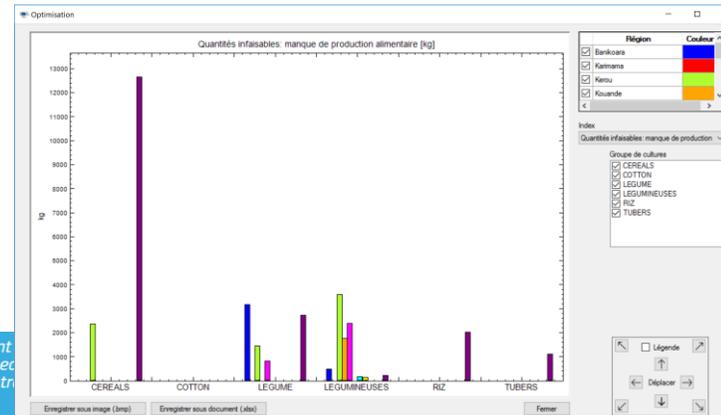
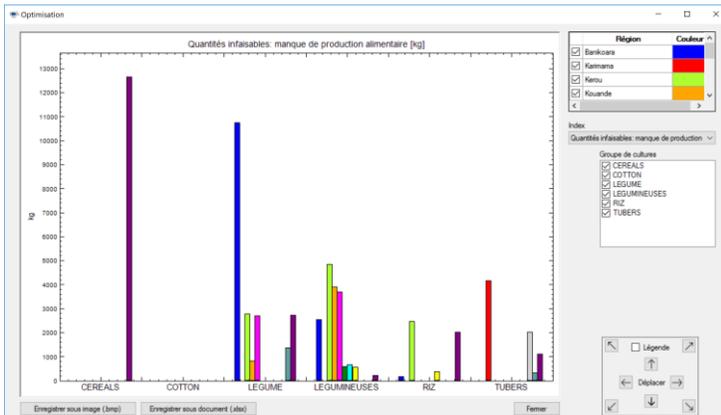
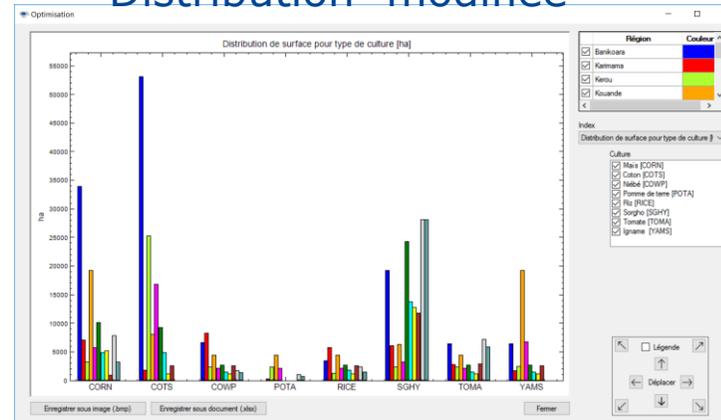
Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture il est plus efficace l'utilisation de nouveaux engrais

Analyser les résultats

Distribution initiale



Distribution modifiée



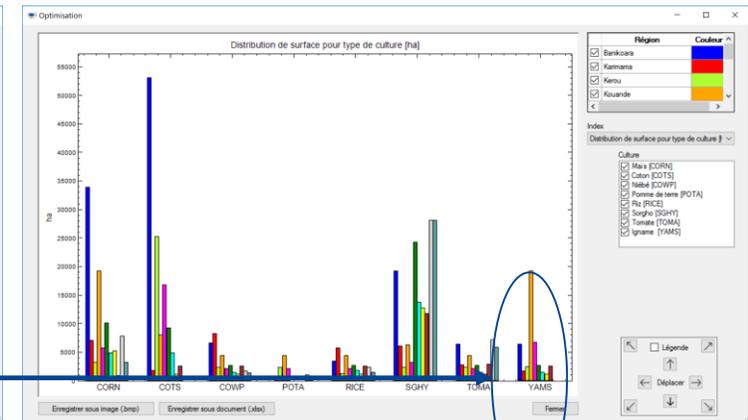
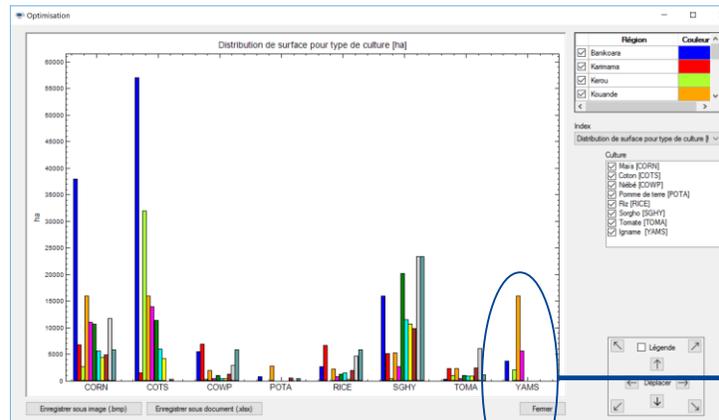
Interpretation des résultats

- Distribution de surface pour type de culture
- Avantage économique
- Demande pour la nutrition (kg)
- Taux de fertilisation optimisée (kg/ha)
- Quantités non faisable (production manquante)
- Production excédentaire
- Production agricole
- Engrais Total optimisé

- Avec cet indicateur, il est possible d'analyser le changement d'utilisation des terres dans chaque région et pour chaque culture

Distribution initiale

Distribution modifiée



voir les changements pour l'igname:

**afin d'analyser plus en détails
exporter les données dans Excel**

Save as image (bmp)

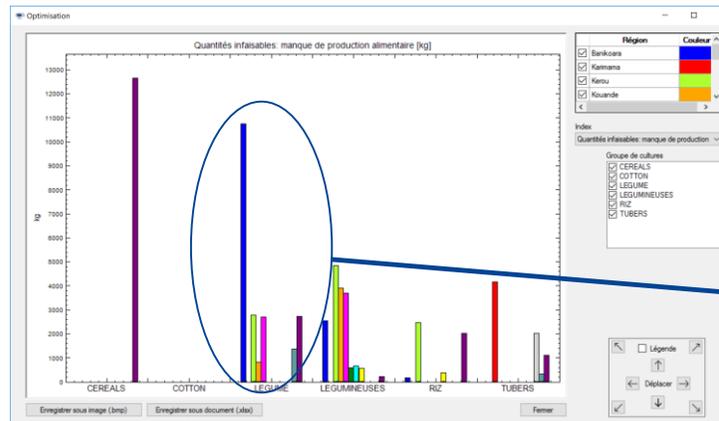
Save as document (xlsx)

Interpretation des resultats

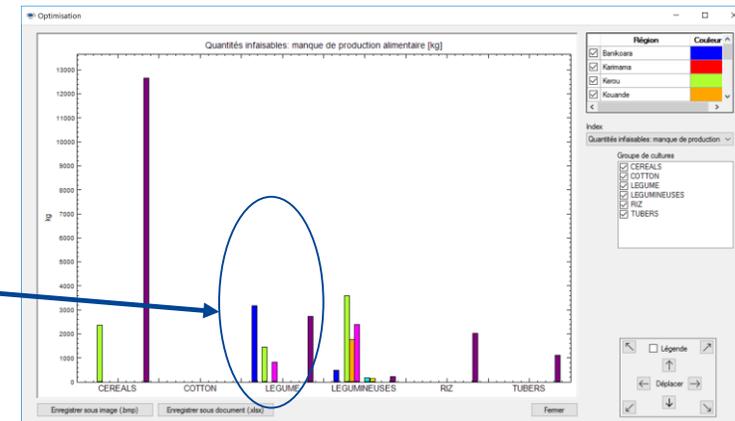
- Distribution de surface pour type de culture
- Avantage économique
- Demande pour la nutrition (kg)
- Taux de fertilisation optimisée (kg/ha)
- Quantités non faisable (production manquante)**
- Production excédentaire
- Production agricole
- Engrais Total optimisé

- Avec cet indicateur, il est possible d'analyser le quantités de production manquante

Distribution initiale



Distribution modifiée



voir les changements pour les légumes: par exemple, voir comment dans «Banikoara» (barre bleue) les quantités non faisables sont réduites d'environ 60%

Save as image (.bmp)

Save as document (.xlsx)

afin d'analyser plus en détails exporter les données dans Excel

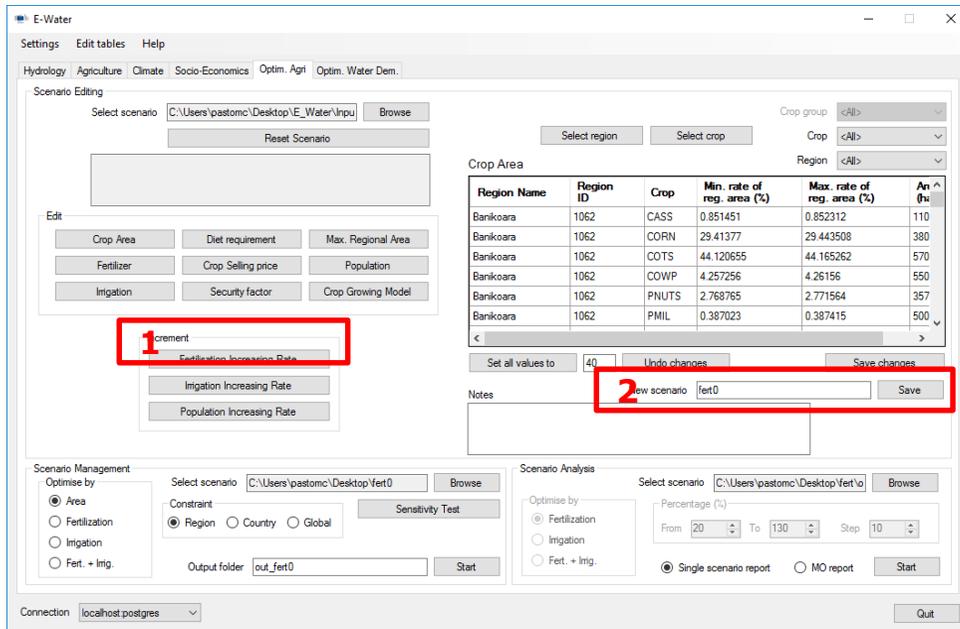
PRATIQUE - Activité 3:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture il est plus efficace l'utilisation de nouveaux engrais

A FAIRE:

config: optimization multiple

obj: optimiser la fertilisation



The screenshot shows the E-Water software interface. Key elements include:

- Scenario Editing:** A section for selecting and editing scenarios. A red box labeled '1' highlights the 'Fertilization Increasing Rate' option under the 'Edit' section.
- Crop Area Table:** A table listing regions and crops with their respective rates.

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Banikoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	110
Banikoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	380
Banikoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	570
Banikoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	550
Banikoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	357
Banikoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500
- Scenario Management:** A section for saving and managing scenarios. A red box labeled '2' highlights the 'New scenario' input field, which contains the text 'fert0'.

❑ Charger le scénario baseline (INPUT\MOOAGRI\BLS)

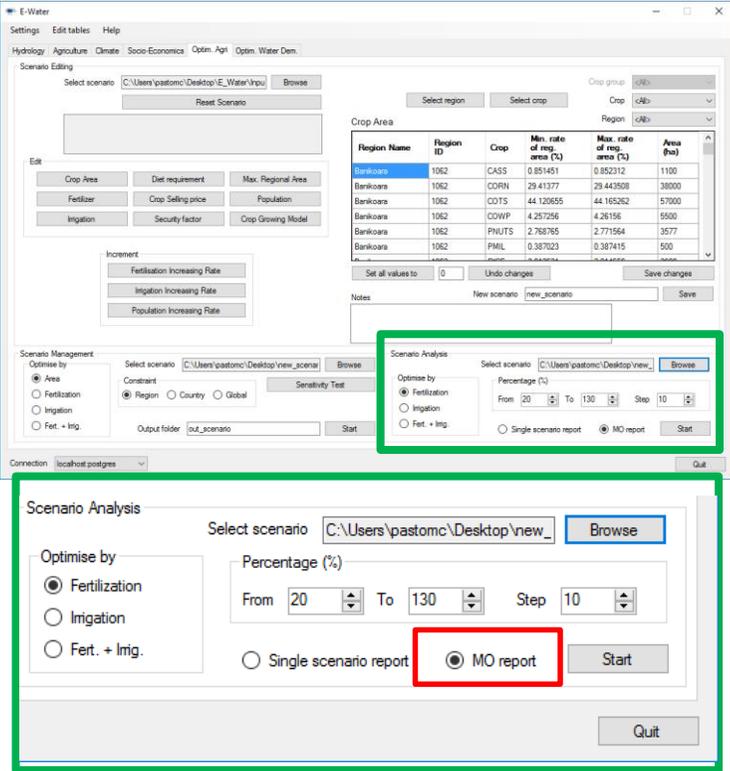
→ Vérifier: (1- Taux Croiss. Fertilisation) et Paramétrer toutes les valeurs à 0%

→ Enregistrer le scénario modifié avec un nom afin de l'identifier facilement (2- EX1_MO_F)

PRATIQUE - Activité 3:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture il est plus efficace l'utilisation de nouveaux engrais

Pour l'exercice MO, l'optimisation est faite directement dans la section de l'analyse des résultats



The screenshot shows the E-Water software interface. The 'Scenario Analysis' section is highlighted with a green box. Within this section, the 'MO report' option is selected (indicated by a red box). The 'Optimise by' section has 'Fertilization' selected. The 'Percentage (%)' range is set from 20 to 130 with a step of 10. The 'Start' button is visible.

- ❑ Vérifier le scénario ciblé pour analyse
- ❑ Configurer l'analyse itérative : Min-Max de la variable optimisée + pas
- ❑ Sélectionner: **Rapport MOO**

Démarrer

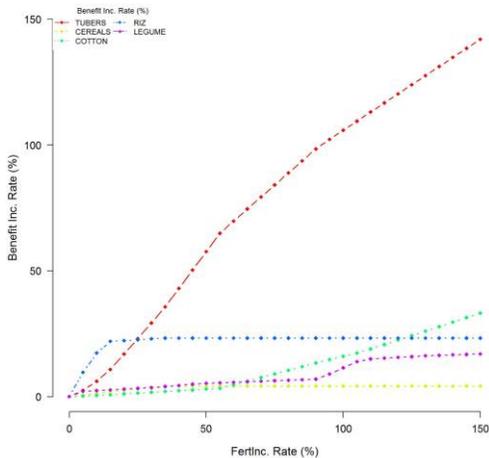
PRATIQUE – Activité 3:

Évaluer l'impact de la disponibilité plus élevée d'engrais sur la sécurité alimentaire et analyser pour quelle culture il est plus efficace l'utilisation de nouveaux engrais

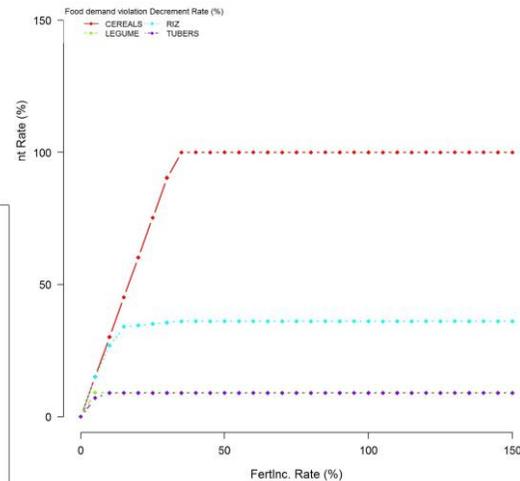
Analyser les résultats

Les résultats sont stockés dans le fichier : PlotMOOSol

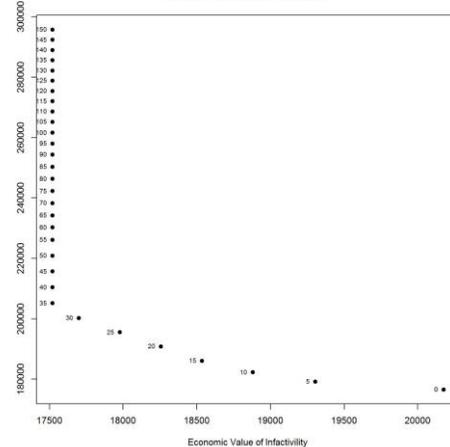
Benefit Inc. Rate (%)



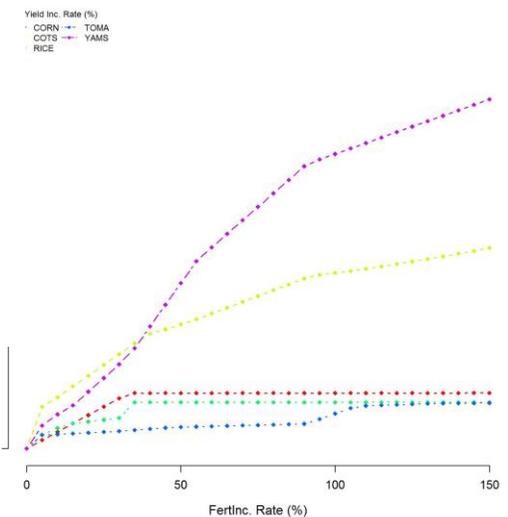
Food demand violation Decrement Rate (%)



Benefit vs Demand Inactivity



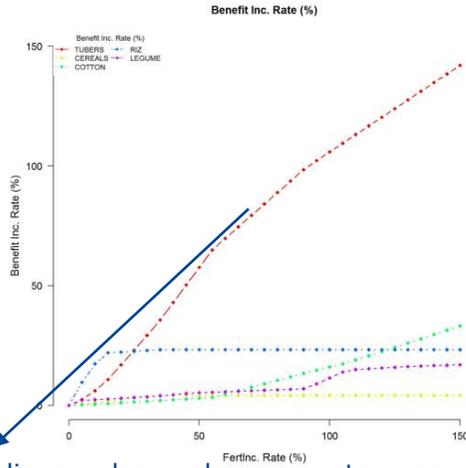
Yield Inc. Rate (%)



Interpretation des résultats

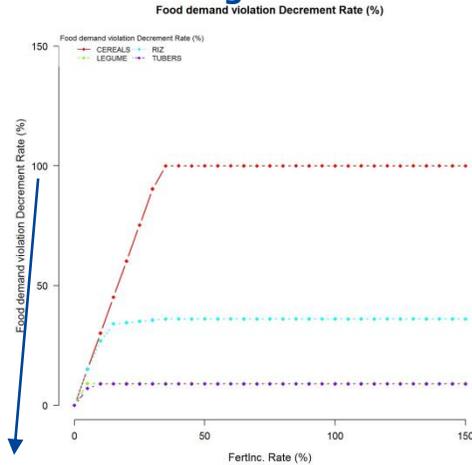


Impact économique de l'augmentation des engrais:



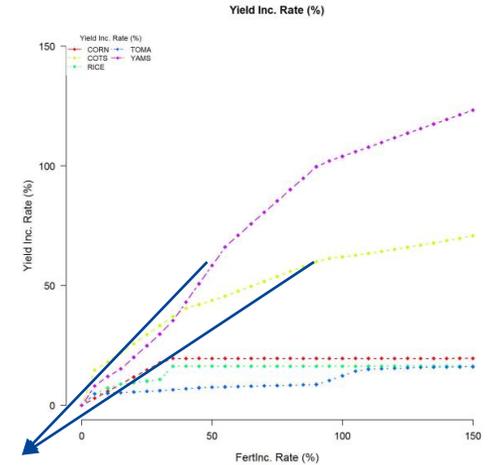
indique les changements pour les tubercules: la production augmente rapidement avec l'augmentation de l'engrais

Demande vs Augmentation des engrais



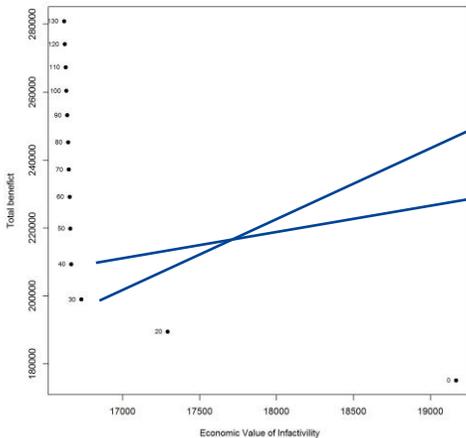
100 signifie que toute la demande est satisfaite

Impact de l'augmentation des engrais sur le rendement



L'augmentation de la productivité est beaucoup plus évidente pour Igname (Yams) et le Coton (COTS)

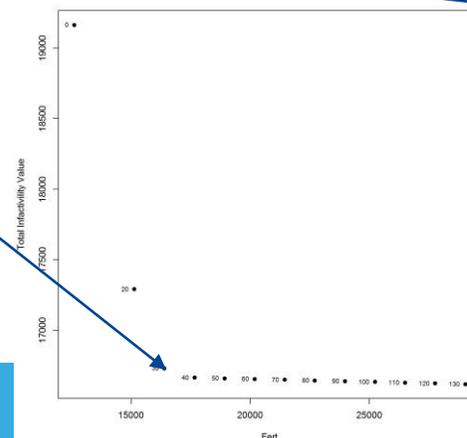
Benefit vs Demand Inactivity



La valeur 30 % correspond à l'augmentation de la fertilisation pour cette solution

Dans cet exemple: Après + 40% de fertilisation, il n'y a plus d'impact positif par rapport à la production manquante. La production supplémentaire va surtout génère du revenu économique

Fert vs Economic Value of Inactivity



Le graph Pareto souligne l'impact de différentes quantités d'engrais (axe x) sur la production alimentaire totale manquante (convertie en valeur économique à travers les prix de vente)

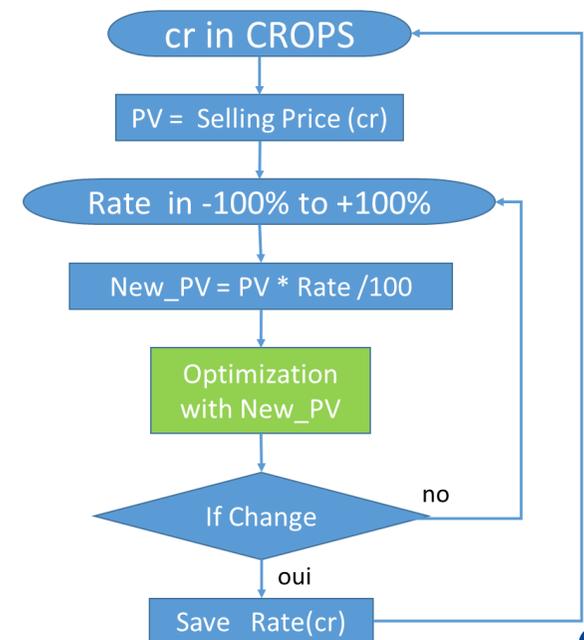
Test de sensibilité

Les résultats du modèle sont très sensibles à certains paramètres; l'un des plus influents sont **les prix des cultures**.

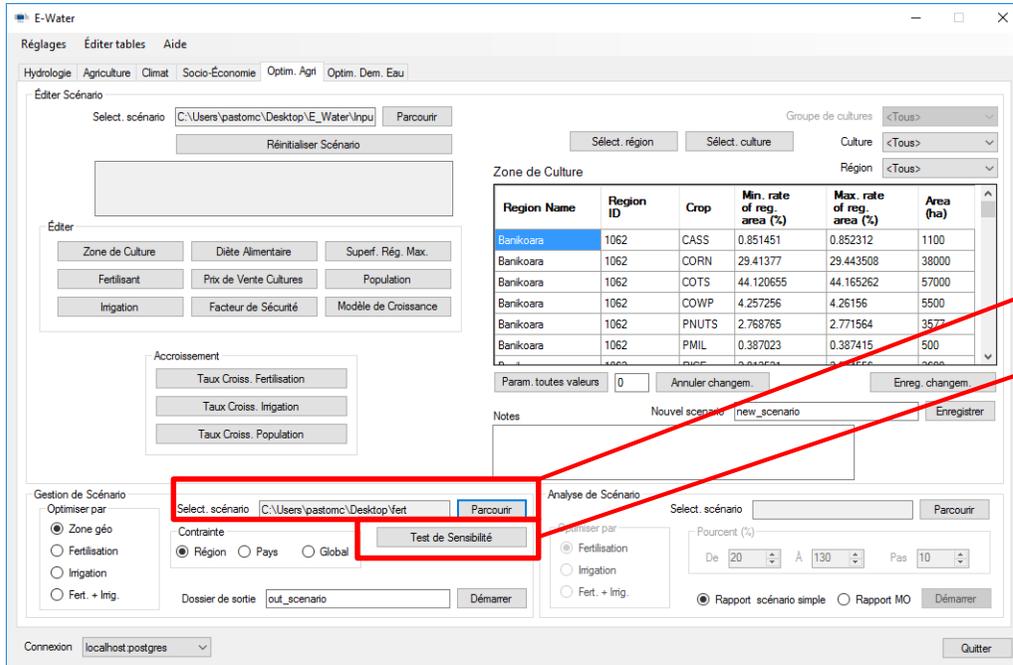
E-WATER effectue une analyse de sensibilité, qui considère l'influence des prix des cultures et leurs impact sur distribution de celles-ci, les autres paramètres restants constants (irrigation, fertilisation, population, cheptel...etc.)

Ainsi, si en réduisant le prix de vente d'une culture de 5% et le résultat de l'optimisation indique que la superficie consacrée à ladite culture a été réduite, cela indique la mise en culture de cette plante est sensible au prix de ladite culture.

A l'inverse, si un changement dans la superficie d'une culture est observé seulement après une très grande variation de son prix de vente est nécessaire (par exemple, - 80%), cela indique indiquerait que le résultat n'est pas très sensible au prix du marché de ladite culture.



Test de sensibilité



E-Water

Réglages Éditer tables Aide

Hydrologie Agriculture Climat Socio-Économie Optim. Agri Optim. Dem. Eau

Éditer Scénario

Select. scénario C:\Users\pastom\Desktop\E_Water\Inpu Parcourir

Réinitialiser Scénario

Zone de Culture

Region Name	Region ID	Crop	Min. rate of reg. area (%)	Max. rate of reg. area (%)	Area (ha)
Bankoara	1062	CASS	0.851451	0.852312	1100
Bankoara	1062	CORN	29.41377	29.443508	38000
Bankoara	1062	COTS	44.120655	44.165262	57000
Bankoara	1062	COWP	4.257256	4.26156	5500
Bankoara	1062	PNUTS	2.768765	2.771564	3577
Bankoara	1062	PMIL	0.387023	0.387415	500

Param. toutes valeurs 0 Annuler changem. Enreg. changem.

Notes Nouvel scénario new_scenario Enregistrer

Gestion de Scénario

Optimiser par

Zone géo

Fertilisation

Irrigation

Fert. + Irrig.

Contrainte

Région Pays Global

Dossier de sortie out_scenario Démarrer

Analyse de Scénario

Select. scénario Parcourir

Imprimer par

Pourcent (%)

De 20 À 130 Pas 10

Rapport scénario simple Rapport MO Démarrer

Connexion localhost:postgres Quitter

Charger le scénario

→ Démarrer

Test de sensibilité

Sortie: SensitivityAreas.csv Un exemple du résultat de l'analyse serait celui de la tableau.

- l'indicateur de sensibilité au prix de vente des cultures est indiqué dans la colonne suivante:
- Ex1:** l'indicateur pour le CASS (manioc) est de -80%: cela signifie que la culture du manioc n'est pas très sensible au prix: une réduction de 80% est nécessaire pour observer une réduction de la superficie cultivée.
- Si ce seuil de -80 % du prix est dépassé, l'optimisation préconise de le substituer par du maïs (CORN).
- Ex2:** une réduction de 8% du prix du maïs induit une réduction de cette superficie de culture. Le millet-PMIL et les arachides-PNUT (selon les communes) sont au delà de ce seuil proposées. Cependant, si le prix du maïs-CORN augmente de 2%, la superficie nécessaire est prise sur la culture du coton-COTS.

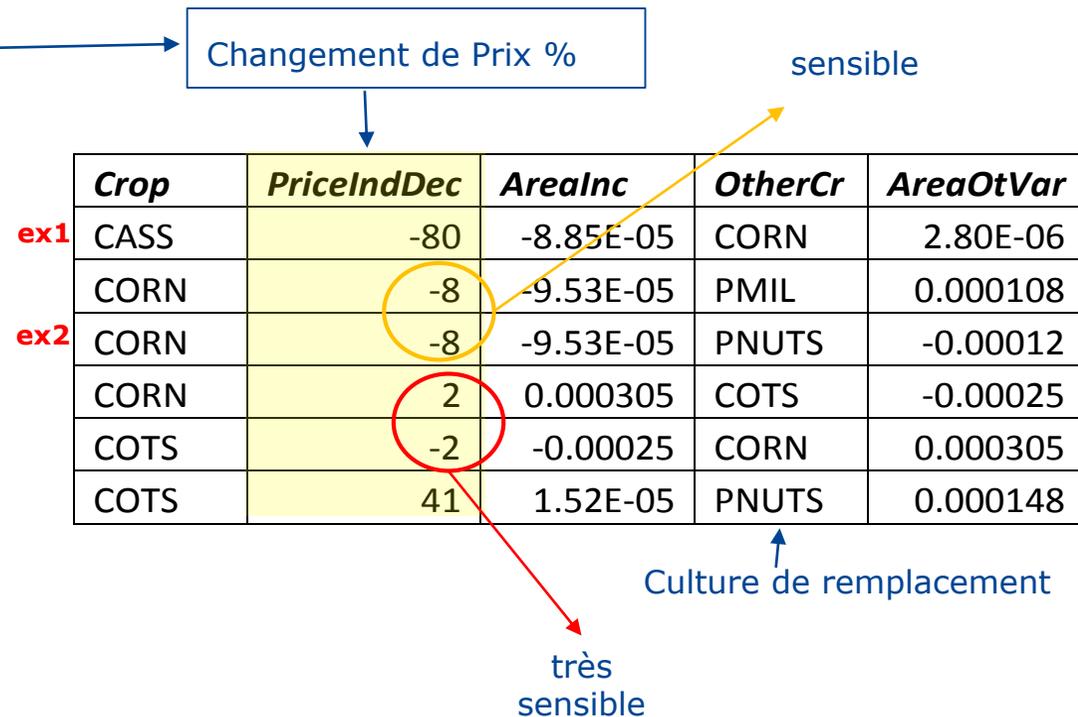
Changement de Prix %

sensible

	<i>Crop</i>	<i>PriceIndDec</i>	<i>Arealnc</i>	<i>OtherCr</i>	<i>AreaOtVar</i>
ex1	CASS	-80	-8.85E-05	CORN	2.80E-06
	CORN	-8	-9.53E-05	PMIL	0.000108
ex2	CORN	-8	-9.53E-05	PNUTS	-0.00012
	CORN	2	0.000305	COTS	-0.00025
	COTS	-2	-0.00025	CORN	0.000305
	COTS	41	1.52E-05	PNUTS	0.000148

très sensible

Culture de remplacement



Quelques remarques

A travers le menu *Optimisation*, E-Water permet de démarrer l'outil d'optimisation, avec plusieurs configurations à partir de données sur l'agriculture, démographique, ration/diète alimentaire...

Le modèle d'optimisation nécessite la définition d'un scénario d'analyse

La configuration de scénarios est très importante:

- Les valeurs d'entrées/input doivent être validées
- Les cultures ne sont pas toutes simulées dans cette version (10 principales)

JRC Mission

As the science and knowledge service of the European Commission, the Joint Research Centre's mission is to support EU policies with independent evidence throughout the whole policy cycle.



EU Science Hub
ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



Joint Research Centre



EU Science Hub